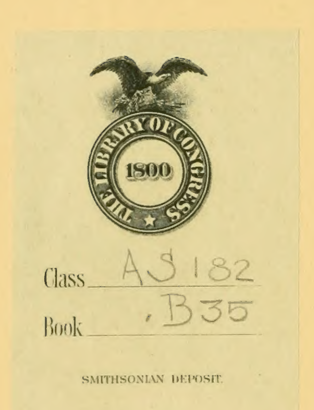
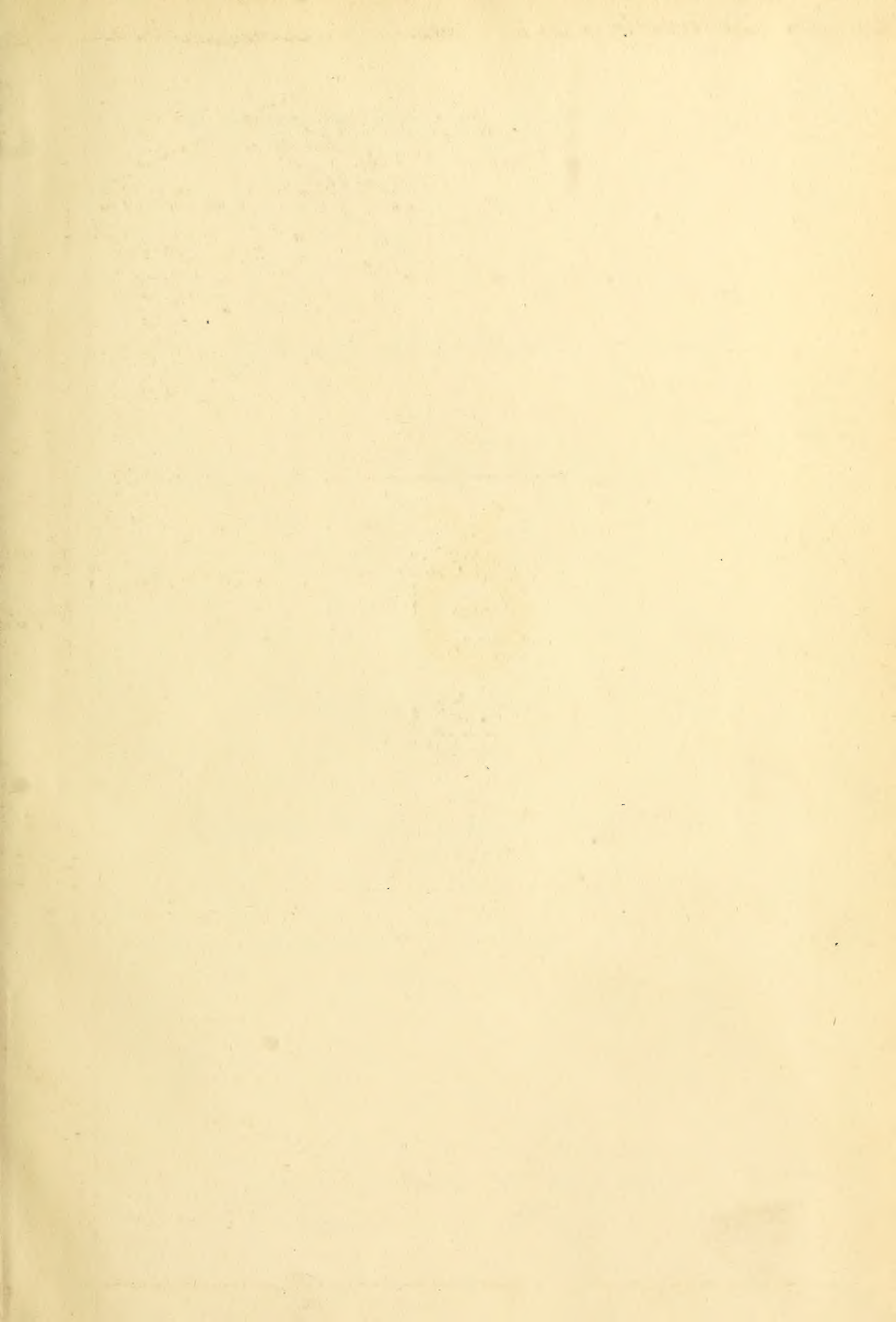








SITZUNGSBERICHTE

DER

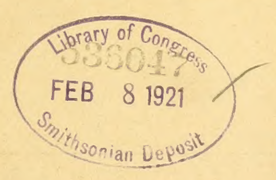
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

JAHRGANG 1917

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI

STÜCK I—XXXII MIT DEM VERZEICHNIS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1917



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

INHALT

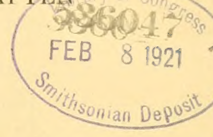
Inhalt

VERZEICHNIS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1917



1. BESTÄNDIGE SEKRETARE

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Diels*	phil.-hist. Klasse	1895 Nov. 27
- *von Waldeyer-Hartz*	phys.-math. -	1896 Jan. 20
- *Roethe*	phil.-hist. -	1911 Aug. 29
- *Planck*	phys.-math. -	1912 Juni 19

2. ORDENTLICHE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Simon Schwendener*		1879 Juli 13
	Hr. *Hermann Diels*	1881 Aug. 15
- *Wilhelm von Waldeyer-Hartz*		1884 Febr. 18
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29
	- *Adolf von Harnack*	1890 Febr. 10
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dez. 19
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17
- *Max Planck*		1894 Juni 11
	- *Carl Stumpf*	1895 Febr. 18
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2
- *Wilhelm Branca*		1899 Dez. 18
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14
	Hr. *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16
	- *Alois Brandl*	1904 April 3
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29
- *Walter Nernst*		1905 Nov. 24
- *Max Rubner*		1906 Dez. 2
- *Johannes Orth*		1906 Dez. 2
- *Albrecht Penck*		1906 Dez. 2
	- *Friedrich Müller*	1906 Dez. 24
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24
	- *Heinrich Lüders*	1909 Aug. 5
	- *Heinrich Morf*	1910 Dez. 14
- *Gottlieb Haberlandt*		1911 Juli 3
	- *Kuno Meyer*	1911 Juli 3
	- *Benno Erdmann*	1911 Juli 25
- *Gustav Hellmann*		1911 Dez. 2
	- *Emil Seckel*	1912 Jan. 4
	- *Johann Jakob Maria de Groot*	1912 Jan. 4
	- *Eduard Norden*	1912 Juni 14
	- *Karl Schuchhardt*	1912 Juli 9
- *Ernst Beckmann*		1912 Dez. 11
- *Albert Einstein*		1913 Nov. 12
	- *Otto Hintze*	1914 Febr. 16
	- *Max Sering*	1914 März 2
	- *Adolf Goldschmidt*	1914 März 2
- *Fritz Haber*		1914 Dez. 16
- *August Brauer*		1914 Dez. 31
	- *Karl Holl*	1915 Jan. 12
	- *Friedrich Meinecke*	1915 Febr. 15
- *Karl Correns*		1915 März 22
	- *Hans Dragendorff*	1916 April 3

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VIII.)

3. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Straßburg	1900 März 5
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5
Hr. *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908 Sept. 25
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908 Sept. 25
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex		1910 April 6
	- *Hugo Schuchardt* in Graz .	1912 Sept. 15

4. EHRENMITGLIEDER

	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24
- *Max Lenz* in Hamburg	1896 Dez. 14
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5
Hr. *Richard Schöne* in Berlin-Grunewald	1900 März 5
- *Konrad von Studt* in Berlin	1900 März 17
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dez. 12
Bernhard Fürst *von Bülow* in Klein-Flottbek bei Hamburg .	1910 Jan. 31
Hr. *Heinrich Wölfflin* in München	1910 Dez. 14
- *August von Trott zu Solz* in Berlin	1914 März 2
- *Rudolf von Valentini* in Berlin	1914 März 2
- *Friedrich Schmidt* in Berlin-Steglitz	1914 März 2
- *Richard Willstätter* in München	1914 Dez. 61

5. KORRESPONDIERENDE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse

	Datum der Wahl
Karl Frhr. Auer von Welsbach auf Schloß Welsbach (Kärnten)	1913 Mai 22
Hr. *Ernst Wilhelm Benecke* in Straßburg	1900 Febr. 8
- *Ferdinand Braun* in Straßburg	1914 Nov. 19
- *Oskar Brefeld* in Berlin-Lichterfelde	1899 Jan. 19
- *Heinrich Bruns* in Leipzig	1906 Jan. 11
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11
- *Giacomo Ciamician* in Bologna	1909 Okt. 28
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11
- *William Morris Davis* in Cambridge, Mass.	1910 Juli 28
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21
Roland Baron *Eötvös* in Budapest	1910 Jan. 6
Hr. *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22
Sir *Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889 Febr. 21
Hr. *Karl von Goebel* in München	1913 Jan. 16
- *Camillo Golgi* in Pavia	1911 Dez. 21
- *Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907 Juni 13
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8
Julius Edler von Hann in Wien	1889 Febr. 21
Hr. *Viktor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24
- *Richard von Hertwig* in München	1898 April 28
- *David Hilbert* in Göttingen	1913 Juli 10
- *Felix Klein* in Göttingen	1913 Juli 10
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4
- *Wilhelm Körner* in Mailand	1909 Jan. 7
- *Friedrich Küstner* in Bonn	1910 Okt. 27
- *Philipp Lenard* in Heidelberg	1909 Jan. 21
- *Karl von Linde* in München	1916 Juli 6
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Haarlem	1905 Mai 4
- *Felix Marchand* in Leipzig	1910 Juli 28
- *Friedrich Merkel* in Göttingen	1910 Juli 28
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30
- *Wilhelm Ostwald* in Groß-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dez. 19
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13
- *Karl Rabl* in Leipzig	1916 Dez. 14

Physikalisch-mathematische Klasse

		Datum der Wahl
Hr.	*Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8
-	*Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1
-	*Theodore William Richards* in Cambridge, Mass.	1909 Okt. 28
-	*Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12
-	*Wilhelm Roux* in Halle a. S.	1916 Dez. 14
-	*Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24
-	*Oswald Schmiedeberg* in Straßburg	1910 Juli 28
-	*Otto Schott* in Jena	1916 Juli 6
-	*Hugo von Seeliger* in München	1906 Jan. 11
-	*Ernest Solvay* in Brüssel	1913 Mai 22
-	*Johann Wilhelm Spengel* in Gießen	1900 Jan. 18
Sir	*Joseph John Thomson* in Cambridge	1910 Juli 28
Hr.	*Gustav von Tschermak* in Wien	1881 März 3
-	*Hermann von Vöchting* in Tübingen	1913 Jan. 16
-	*Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8
-	*Hugo de Vries* in Lunteren	1913 Jan. 16
-	*Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22
-	*Otto Wallach* in Göttingen	1907 Juni 13
-	*Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19
-	*Emil Wiechert* in Göttingen	1912 Febr. 8
-	*Wilhelm Wien* in Würzburg	1910 Juli 14
-	*Edmund B. Wilson* in New York	1913 Febr. 20

Philosophisch-historische Klasse

Hr.	*Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18
-	*Klemens Baeumker* in München	1915 Juli 8
-	*Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14
-	*Joseph Bidez* in Gent	1914 Juli 9
-	*Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24
-	*James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13
-	*Franz Brentano* in Florenz	1914 Febr. 19
-	*Harry Breßlau* in Straßburg	1912 Mai 9
-	*René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3
-	*Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14
-	*Franz Cumont* in Rom	1911 April 27
-	*Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20
-	*Franz Ehrle* in Rom	1913 Juli 24
-	*Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17
-	*James George Frazer* in Cambridge	1911 April 27
-	*Wilhelm Fröhner* in Paris	1910 Juni 23
-	*Percy Gardner* in Oxford	1908 Okt. 29
-	*Ignaz Goldziher* in Budapest	1910 Dez. 8
-	*Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18
-	*Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dez. 15

Philosophisch-historische Klasse

	Datum der Wahl
Hr. *Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18
- *Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18
- *Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2
- *Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2
- *Harald Hjärne* in Uppsala	1909 Febr. 25
- *Maurice Holleaux* in Versailles	1909 Febr. 25
- *Christian Hülsen* in Florenz	1907 Mai 2
- *Hermann Jacobi* in Bonn	1911 Febr. 9
- *Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1
Sir *Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18
Hr. *Georg Friedrich Knapp* in Straßburg	1893 Dez. 14
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904 Nov. 3
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904 Juli 21
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Bonn	1905 Juli 6
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905 Febr. 16
- *Georg Elias Müller* in Göttingen	1914 Febr. 19
- *Samuel Muller Frederikzoon* in Utrecht	1914 Juli 23
- *Axel Olrik* in Kopenhagen	1911 April 27
- *Franz Praetorius* in Breslau	1910 Dez. 8
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10
- *Pio Rajna* in Florenz	1909 März 11
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907 Febr. 14
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907 Mai 2
- *Michael Rostowzew* in St. Petersburg	1914 Juni 18
- *Edward Schröder* in Göttingen	1912 Juli 11
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18
- *Eduard Schwartz* in Straßburg	1907 Mai 2
- *Bernhard Seuffert* in Graz	1914 Juni 18
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18
- *Ernst Troeltsch* in Berlin	1912 Nov. 21
- *Paul Vinogradoff* in Oxford	1911 Juni 22
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15
- *Jakob Wackernagel* in Basel	1911 Jan. 19
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18
- *Adolf Wilhelm* in Wien	1911 April 27
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18

INHABER DER HELMHOLTZ-MEDAILLE

Hr. *Santiago Ramón Cajal* in Madrid (1905)
- *Emil Fischer* in Berlin (1909)
- *Simon Schwendener* in Berlin (1913)
- *Max Planck* in Berlin (1915)

INHABER DER LEIBNIZ-MEDAILLE

a. Der Medaille in Gold

Hr. *James Simon* in Berlin (1907)
- *Ernest Solvay* in Brüssel (1909)
- *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909)

Joseph Florimond Duc *de Loubat* in Paris (1910)
Hr. *Hans Meyer* in Leipzig (1911)
Frl. *Elise Koenigs* in Berlin (1912)
Hr. *Georg Schweinfurth* in Berlin (1913)
- *Otto von Schjerning* in Berlin (1916)

b. Der Medaille in Silber

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907)
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907)
- *Johannes Bolte* in Berlin (1910)
- *Albert von Le Coq* in Berlin (1910)
- *Johannes Ilberg* in Leipzig (1910)
- *Max Wellmann* in Potsdam (1910)
- *Robert Koldewey* in Babylon (1910)
- *Gerhard Hessenberg* in Breslau (1910)
- *Werner Janensch* in Berlin (1911)
- *Hans Osten* in Leipzig (1911)
- *Robert Davidsohn* in München (1912)
- *N. de Garis Davies* in Kairo (1912)
- *Edwin Hennig* in Berlin (1912)
- *Hugo Rabe* in Hannover (1912)
- *Joseph Emanuel Hibsch* in Tetschen (1913)
- *Karl Richter* in Berlin (1913)
- *Hans Witte* in Neustrelitz (1913)
- *Georg Wolff* in Frankfurt a. M. (1913)
- *Walter Andrae* in Assur (1914)
- *Erwin Schramm* in Bautzen (1914)
- *Richard Irvine Best* in Dublin (1914)
- *Otto Baschin* in Berlin (1915)
- *Albert Fleck* in Berlin (1915)
- *Julius Hirschberg* in Berlin (1915)
- *Hugo Magnus* in Berlin (1915)

BEAMTE DER AKADEMIE

Bibliothekar und Archivar der Akademie: Dr. *Köhnke*, Prof.
Archivar und Bibliothekar der Deutschen Kommission: Dr. *Behrend*.
Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *von Fritze*, Prof. — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof. — Dr. *Ritter*, Prof. — Dr. *Apstein*, Prof. — Dr. *Paetsch*. — Dr. *Kuhlgatz*.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN

Hr. Dr. *Beckmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Lichterfelde 3), Thielallee 67.
- - *Branca*, Prof., Geh. Bergrat, W 15, Schaperstr. 15.
- - *Brandl*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Kaiserin-Augusta-Str. 73.
- - *Brauer*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg-Westend, Ebereschenallee 26.
- - *Burdach*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Schleinitzstr. 6.
- - *Correns*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Lichterfelde 3), Boltzmannstr.
- - *Diels*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, W 50, Nürnberger Str. 65.
- - *Dragendorff*, Professor, Lichterfelde 1, Zehlendorfer Str. 55.
- - *Dressel*, Professor, W 8, Kronenstr. 16.
- - *Einstein*, Professor, Wilmersdorf, Wittelsbacherstr. 13.
- - *Engler*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Altensteinstr. 2.
- - *Erdmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 1, Marienstr. 6.
- - *Erman*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Peter-Lenné-Str. 36.
- - *Fischer*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, N 4, Hessische Str. 2.
- - *Frobenius*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 2, Leibnizstr. 83.
- - *Goldschmidt*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 72.
- - *de Groot*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Dahlemer Str. 69.
- - *Haber*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Lichterfelde 3), Faradayweg 8.
- - *Haberlandt*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Königin-Luise-Str. 1.
- - *von Harnack*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, Grunewald, Kunz-Buntschuh-Str. 2.
- - *Hellmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 35, Schöneberger Ufer 48.
- - *Helmert*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig*, Prof., Geh. Medizinalrat, Grunewald, Wangenheimstr. 28.

Hr. Dr. *Heusler*, Professor, W 30, Viktoria-Luise-Platz 12.
- - *Hintze*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 15, Kurfürstendamm 44.
- - *Hirschfeld*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 2, Mommsenstr. 6.
- - *Holl*, Prof., Geh. Konsistorialrat, Charlottenburg 4, Mommsenstr. 13.
- - *Liebisch*, Prof., Geh. Bergrat, Charlottenburg-Westend, Leistikowstr. 2.
- - *Lüders*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 4, Sybelstr. 19.
- - *Meinecke*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Am Hirschsprung 13.
- - *Meyer*, *Eduard*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Mommsenstr. 7/8.
- - *Meyer*, *Kuno*, Professor, Wilmersdorf, Nassauische Str. 48.
- - *Morf*, Prof., Geh. Regierungsrat, Halensee, Kurfürstendamm 100.
- - *Müller*, Professor, Zehlendorf, Berliner Str. 14.
- - *Müller-Breslau*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Kurmärkerstr. 8.
- - *Nernst*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 35, Am Karlsbad 26a.
- - *Norden*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Karlstr. 26.
- - *Orth*, Prof., Geh. Medizinalrat, Grunewald, Humboldtstr. 16.
- - *Penck*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 15, Knesebeckstr. 48/49.
- - *Planck*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Wangenheimstr. 21.
- - *Roethe*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg-Westend, Ahornallee 39.
- - *Rubens*, Prof., Geh. Regierungsrat, NW 7, Neue Wilhelmstr. 16.
- - *Rubner*, Prof., Geh. Medizinalrat, W 50, Kurfürstendamm 241.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, W 62, Wormser Str. 12.
- - *Schäfer*, Prof., Großherzogl. Badischer Geh. Rat, Steglitz, Friedrichstr. 7.
- - *von Schmoller*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, W 62, Wormser Str. 13.
- - *Schottky*, Prof., Geh. Regierungsrat, Steglitz, Fichtestr. 12a.
- - *Schuchhardt*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 1, Teltower Str. 139.
- - *Schulze*, *Franz Eilhard*, Prof., Geh. Regierungsrat, N 4, Invalidenstr. 43.
- - *Schulze*, *Wilhelm*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Kaiserin-Augusta-Str. 72.
- - *Schwarz*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Humboldtstr. 33.
- - *Schwendener*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Matthäikirchstr. 28.
- - *Seckel*, Prof., Geh. Justizrat, Charlottenburg 5, Witzlebenplatz 3.
- - *Seler*, Prof., Geh. Regierungsrat, Steglitz, Kaiser-Wilhelm-Str. 3.
- - *Sering*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Luciusstr. 9.
- - *Struve*, Prof., Geh. Regierungsrat, Babelsberg, Sternwarte.
- - *Stumpf*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 50, Augsburger Str. 45.
- - *von Waldeyer-Hartz*, Prof., Geh. Obermedizinalrat, W 62, Lutherstr. 35.
- - *Warburg*, Prof., Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Charlottenburg 2, Marchstr. 25b.
- - *von Wilamowitz-Moellendorff*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, Charlottenburg-Westend, Eichenallee 12.
- - *Zimmermann*, Wirkl. Geh. Oberbaurat, NW 52, Calvinstr. 4.

Hr. Dr. *Apstein*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, NW 52, Flemingstr. 5.
- - *Behrend*, Archivar und Bibliothekar der Deutschen Kommission, Lichterfelde 3, Knesebeckstr. 8a.
- - *Dessau*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg 4, Leibnizstr. 57.
- - *von Fritze*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, W 62, Courbièrestr. 14.
- - *Harms*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Ringstr. 44.
- - Freiherr *Hiller von Gaertringen*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg-Westend, Ebereschenallee 11.
- - *Köhnke*, Prof., Bibliothekar und Archivar, Charlottenburg 2, Goethestr. 6.
- - *Kuhlgatz*, Wissenschaftlicher Beamter, NW 52, Spenerstr. 7.
- - *Paetsch*, Wissenschaftlicher Beamter, W 30, Nollendorfstr. 29/30.
- - *Ritter*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Mainauer Str. 8.
- - *Schmidt, Karl*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, W 62, Lutherstr. 34.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917 I

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

[illegible] igegeben werden, so sind die [illegible] gen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig [illegible] auf getrennten Blättern, einzu[illegible]

Die Kosten der Herstellung [illegible] in der Regel die [illegible] kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskri[illegible] [illegible]ssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, [illegible] und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts [illegible] Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. [illegible] vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei. [illegible] kosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderab[illegible] für den Buchhandel hergestellt, ind[illegible] Verfasser sich ausdrücklich damit [illegible]

§ 9.

Von den Sonderabdrucken [illegible] erhält ein Verfasser, welcher [illegible] zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere [illegible] zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch [illegible] zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abz[illegible], sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es [illegible] der Genehmigung der Gesamtakademie [illegible] den Klasse. — Nichtmitglieder erhalten [illegible] und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus [illegible] erhält ein Verfasser, welcher [illegible] Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung [illegible] Freiexemplare; er ist indes [illegible] Zwecke auf Kosten der Akademie [illegible] bis zur Zahl von noch 100 [illegible] zur Zahl von 100 (im ganz[illegible] [illegible] dies rechtzeitig [illegible] gezeigt hat; wünscht er [illegible] der Genehmigung der Gesamtakademie oder der [illegible] den Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Frei[illegible] [illegible] nach rechtzeitiger Anzeige be[illegible] [illegible] Sekretar weitere 100 Exemplare au[illegible] [illegible]

§ 17

[illegible] nischen Schriften bestimmte wis[illegible] Mitteilung darf in keinem Fall[illegible] ihrer Ausgabe an jener Stelle and[illegible] es auch nur auszugs-

(Fortsetzung [illegible] 3 [illegible])

1917.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

11. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. v. WALDEYER-HARTZ.

1. Hr. LIEBISCH sprach über die Interferenzfarben des Quarzes im polarisierten Licht nach einer gemeinsam mit Hrn. Dr. A. WENZEL ausgeführten Untersuchung.

Die Erweiterung der YOUNG-HELMHOLTZschen Theorie der Gesichtsempfindungen durch A. KOENIG und C. DIETERICI gestattet eine vergleichende quantitative Untersuchung der beiden Arten von Interferenzfarben, die im Quarz nach Richtungen senkrecht oder parallel zur optischen Achse durch parallelstrahliges polarisiertes Licht hervorgerufen werden. Aus den bekannten Werten der Doppelbrechungen nach diesen Richtungen ergeben sich die Grundempfindungskurven und die zugehörigen Kurven für Farbton, Sättigung und Helligkeit in keilförmigen Präparaten. Hieran schließt sich eine Erläuterung des Einflusses, den die charakteristische Verschiedenheit in der Gestalt der Oberflächen gleichen Gangunterschiedes auf die Interferenzerscheinungen an basischen Platten aus inaktiven oder aus aktiven optisch einachsigen Kristallen ausübt, und eine Untersuchung der Interferenzfarben, die an Quarzplatten parallel zur Basis im konvergenten polarisierten Lichte beobachtet werden.

2. Das Ehrenmitglied der Akademie Hr. MAX LEHMANN in Göttingen begeht am 12. Januar das fünfzigjährige Doktorjubiläum; die Akademie hat ihm aus diesem Anlaß eine Adresse gewidmet, die in diesem Stück im Wortlaut abgedruckt ist.

3. Das ordentliche Mitglied der Akademie Hr. DE GROOT hat bei ihr eine Stiftung zur Förderung der Sinologie errichtet, deren Statut in diesem Stück abgedruckt ist. Die Akademie spricht auch an dieser Stelle dem Stifter für seine hochherzige Zuwendung ihren Dank aus.

4. Vorgelegt wurden ein neu erschienener Band des Corpus inscriptionum Latinarum: Vol. 8 Suppl., Pars 4 enthaltend das 2. Supplement zu den Inscriptiones Africae proconsularis Latinae (Berolini 1916) und von Hrn. SACHAU Jahrg. 19 der Mitteilungen des Seminars für Orientalische Sprachen an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin (Berlin 1916).

Die Akademie hat in der Sitzung vom 14. Dezember 1916 den Professor der Anatomie an der Universität Leipzig Geheimen Medizinalrat Dr. Karl Rabl und den Professor der Anatomie an der Universität Halle Geheimen Medizinalrat Dr. Wilhelm Roux zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer physikalisch-mathematischen Klasse gewählt.

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hr. Richard Schroeder in Heidelberg ist am 3. Januar verstorben.

Die Interferenzfarben des Quarzes im polarisierten Licht. I.

Von Th. Liebisch und A. Wenzel.

Die Erweiterung der Young-Helmholtzschen Theorie der Gesichtsempfindungen durch A. Koenig und C. Dieterici[1] ermöglichte eine vergleichende quantitative Untersuchung der Reihen von Interferenzfarben, die im polarisierten Licht an vier Gruppen von Apophylliten auftreten[2]. Die folgende Mitteilung berichtet über die Anwendung jener Theorie auf die quantitative Darstellung der Lichtmischungsverhältnisse in den beiden Arten von Interferenzfarben, die im Quarz nach Richtungen senkrecht oder parallel zur optischen Achse durch polarisiertes Licht hervorgerufen werden.

I.

Aus den Ergebnissen der von A. Koenig und C. Dieterici durchgeführten experimentellen Analyse der Farbenempfindungen wird hier benutzt die Darstellung der Grundempfindungen r_λ, g_λ, b_λ, als Funktion der Wellenlänge λ für normale trichromatische Farbensysteme. Die Grundempfindungskurven werden dadurch erhalten, daß über einem Interferenzspektrum des sichtbaren Sonnenlichtes als Abszissenachse die Intensitäten der Grundempfindungen als Ordinaten aufgetragen werden. Wir gehen aus von den in Fig. 6 der Ges. Abh. S. 310 voll

[1] A. Koenig und C. Dieterici. Die Grundempfindungen und ihre Intensitätsverteilung im Spektrum. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1886. 805—829. — Die Grundempfindungen in normalen und anomalen Farbensystemen und ihre Intensitätsverteilung im Spektrum. Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. Sinnesorgane 4. 241—347. 1892. — Wieder abgedruckt in A. Koenig. Gesammelte Abhandlungen zur physiologischen Optik. Leipzig 1903. XIV, 60—87; XXI. 214—321. — Vgl. auch die experimentellen Bestätigungen von Fr. Exner. Über die Grundempfindungen im Young-Helmholtzschen Farbensystem. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. 111. Abt. IIa. 857—877. 1902.

[2] A. Wenzel. Untersuchung der Beziehung zwischen der Dispersion der Doppelbrechung und den Interferenzfarben an Apophylliten im polarisierten Licht. Ein Teildruck erschien als Dissertation. Berlin 1916. Der Volldruck wird veröffentlicht im Neuen Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. 1917.

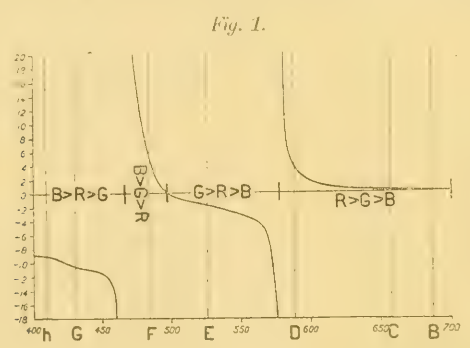
ausgezogenen, von A. Koenig ermittelten Kurven, wählen also für die Ordinaten von Grundrot r_λ und Grundgrün g_λ die Werte K in Tab. XXIII auf S. 309 und für die Ordinaten von Grundblau b_λ die nach den Gleichungen 2a auf S. 305—306 hierfür einzusetzenden Werte V der Tab. XVI auf S. 286. Der Maßstab dieser Ordinaten wurde nach dem Vorschlage von B. Trolle[1] so gewählt, daß die Flächeninhalte:

$$\int r_\lambda \cdot d\lambda = \int g_\lambda \cdot d\lambda = \int b_\lambda \cdot d\lambda = 1$$

sind (Tab. 1).

Die Zerlegung der durch eine Spektralfarbe hervorgerufenen Empfindung in drei voneinander unabhängige Grundempfindungen r_λ, g_λ, b_λ liefert zu jeder Wellenlänge λ in Luft eine Zahl für das Verhältnis der Differenzen $(b_\lambda - g_\lambda):(g_\lambda - r_\lambda)$. Diese Werte sind in die letzte Spalte der Tabelle 1 entsprechend den dort angegebenen Wellenlängen eingetragen worden. Mit ihrer Hilfe wurde Fig. 1 konstruiert.

Fig. 1.



Die Abhängigkeit des Verhältnisses $(b-g):(g-r)$ von der Wellenlänge.

Es bietet sich nun folgende Anwendung dar. Ein beliebiges Farbengemisch kann aufgefaßt werden als zusammengesetzt aus Weiß. dessen Empfindung durch gleichzeitige Erregung der drei Grundempfindungen entsteht, und aus einer in einem bestimmten Verhältnisse beigemischten Spektralfarbe oder einer von den Purpurfarben, die zu den grünen Spektralfarben komplementär sind. Es sei gegeben ein Gemisch der im Sonnenlichte enthaltenen Lichtarten, z. B. eine Interferenzfarbe, die eine planparallele doppeltbrechende Kristallplatte im senkrecht eintretenden Licht zwischen gekreuzten Nicols zeigt. Dieses Farbengemisch sei zerlegt in die darin enthaltenen Mengen von Grundrot R, Grundgrün G und Grundblau B. Dann soll das Gemisch da-

[1] B. Trolle, Physikal. Zeitschr. 7, 700—710. 1906.

Tabelle 1.

Intensitäten r_λ, g_λ, b_λ der A. Königschen Grundempfindungen im normalen menschlichen Auge bei der Beobachtung des Sonnenlichtspektrums.

(Vgl. Fig. 1.)

λ in μμ	$100\,r_\lambda$	$100\,g_\lambda$	$100\,b_\lambda$	$\frac{b_\lambda - g_\lambda}{g_\lambda - r_\lambda}$	
400	0.28	—	2.76	— 8.86	
410	0.61		5.49	— 9.00	
420	0.92	0.02	8.75	— 9.70	
430	1.20	0.05	11.60	— 10.41	$B < R < G$
440	1.42	0.25	13.41	— 10.82	
450	1.42	0.25	13.68	— 11.50	
460	1.26	0.50	13.28	— 18.23	
470	1.00	1.11	11.71	+ 96.36	
480	0.83	1.55	8.05	+ 9.02	$B > G > R$
490	0.93	2.00	3.83	+ 1.71	
500	1.32	2.78	2.16	— 0.42	
510	2.15	4.64	1.54	— 1.25	
520	3.38	7.59	1.12	— 1.54	
530	5.05	9.55	0.78	— 2.04	$G > R > B$
540	6.04	10.99	0.52	— 2.58	
550	7.90	11.52	0.32	— 3.10	
560	8.28	11.13	0.20	— 3.83	
570	8.39	9.73	0.13	— 7.16	
580	8.28	7.95	0.08	+ 23.85	
590	7.96	6.13	0.04	+ 3.33	
600	7.42	4.52	0.02	+ 1.55	
610	6.59	3.08	—	+ 0.88	
620	5.38	1.93	—	+ 0.56	
630	4.09	1.23	—	+ 0.43	
640	2.85	0.72	—	+ 0.34	
650	1.84	0.41	—	+ 0.29	$R > G > B$
660	1.16	0.23	—	+ 0.25	
670	0.62	0.11	—	+ 0.22	
680	0.29	0.05	—	+ 0.20	
690	0.17	0.03	—		
700	0.06	0.02	—		
710	0.04	—	—		
720	0.02	—	—		

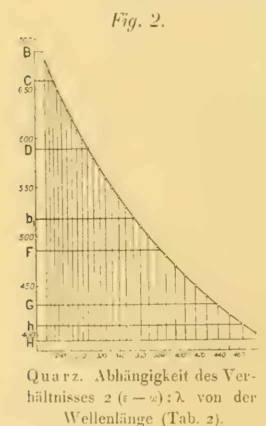
durch charakterisiert werden, daß die Spektralfarbe λ ermittelt wird, die zu Weiß hinzutretend, dieselbe Empfindung wie jene Interferenzfarbe hervorruft. Zu diesem Zwecke bildet man das Verhältnis der Differenzen $(B - G):(G - R) = u$ und sucht die Stellung der Zahl u in der vorletzten Spalte der Tabelle 1 auf. Daraus ergibt sich durch

graphische Interpolation die zugehörige Wellenlänge λ, also der Farbton $\tilde{\lambda}$ des Gemisches. In dieser Weise sind die Grundempfindungskurven zuerst von B. Trolle angewendet worden.

Von besonderem Interesse ist die quantitative Analyse der Anordnungen von Farbengemischen, deren Zusammensetzung sich stetig ändert. Hierher gehören u. a. die Interferenzerscheinungen, die im parallelstrahligen, polarisierten Lichte in keilförmigen Präparaten aus einheitlichen und vollkommen durchsichtigen Kristallen entstehen, und die Interferenzbilder, die im konvergenten polarisierten Lichte in den Brennflächen von Objektiven oder in optisch konjugierten Flächen durch planparallele Platten einheitlicher Kristalle hervorgerufen werden.

II.

Die Hauptbrechungsindizes des Quarzes für Richtungen senkrecht zur optischen Achse und einfarbiges Licht von der Wellenlänge λ in Luft seien bezeichnet mit ω_λ, ε_λ. Ihre Differenzen $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ und die aus ihnen gebildeten Quotienten $2(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda):\lambda$ und $\lambda:(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda)$ sind in Tab. 2 nach J. Macé de Lépinay[1] angegeben. Die Abhängigkeit des für die Anwendungen maßgebenden Verhältnisses $2(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda):\lambda$ von der Wellenlänge wird durch Fig. 2 veranschaulicht.



Quarz. Abhängigkeit des Verhältnisses $2(\varepsilon - \omega):\lambda$ von der Wellenlänge (Tab. 2).

Ein Keil, dessen Eintrittsfläche parallel zur optischen Achse liegt und dessen Kante senkrecht oder parallel zu dieser Richtung läuft, habe den Winkel α. Dann besitzen im Abstande z von der Kante die Dicke d und der Gangunterschied Γ die Werte:

$$(1.)\quad d = z \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$(2.)\quad \Gamma = d(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda).$$

Dieser Keil befinde sich im senkrecht eintretenden weißen Lichte in Diagonalstellung zwischen gekreuzten Nicols vor einem Spektroskop, dessen Spalt senkrecht zur Keilkante liegt. In dem Spektrum werden dunkle Streifen durch die Stellen des Keils erzeugt, an denen der Gangunterschied ein ganzes Vielfaches von λ beträgt, $\Gamma = p\lambda$ für $p = 1, 2, \ldots$ (Fig. 3). Der erste Streifen entspricht also den durch die Relation:

[1] J. Macé de Lépinay, Étude de la dispersion de double réfraction du quartz. Journ. de phys. (2) 4. 159—166. 1885.

Tabelle 2. Quarz.

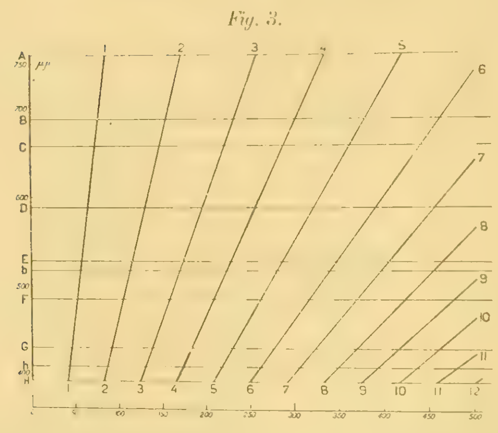
λ in μ	$\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$	$2\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}$	$\frac{\lambda}{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}$ in μ
0.680	0.0089986	0.026466	75.568
670	90077	26888	74.382
660	90172	27324	73.196
650	90270	27776	72.004
640	90374	28242	70.816
630	90481	28724	69.628
620	90595	29224	68.436
610	90715	29744	67.240
600	90839	30280	66.050
590	90969	30838	64.856
580	91108	31416	63.662
570	91252	32018	62.464
560	91403	32642	61.270
550	91562	33296	60.068
540	91731	33974	58.868
530	91908	34684	57.664
520	92097	35422	56.462
510	92294	36194	55.258
500	92503	37000	54.054
490	92725	37844	52.848
480	92958	38730	51.640
470	93207	39664	50.424
460	93471	40638	49.216
450	93751	41666	48.000
440	94049	42750	46.784
430	94367	43892	45.566
420	94706	45098	44.348
410	95068	46374	43.128
400	95454	47728	41.904

$$d_1 = \frac{\lambda}{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}$$

bestimmten Werten der Dicke, deren Endpunkte fast genau eine gerade Linie erfüllen (Fig. 4).

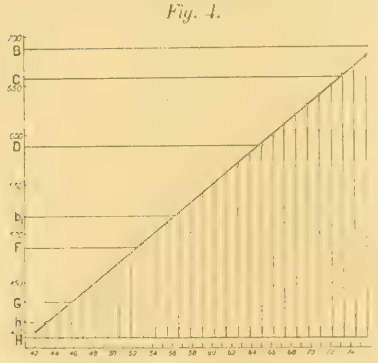
Es werde der Keil jetzt beleuchtet mit einfarbigem Licht von der Wellenlänge λ, worin Grundrot, Grundgrün und Grundblau mit den Intensitäten r_λ, g_λ, b_λ enthalten sind. Dann ist die Intensität des aus dem Analysator tretenden Lichtes eine Funktion dieser Größen, der Dicke d und des Verhältnisses $(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda) : \lambda$, welches den in Wellenlängen gemessenen Gangunterschied in einer Platte von der Einheit der Dicke angibt. Es gelten für die darin auftretenden Mengen R_λ, G_λ und B_λ von Grundrot, Grundgrün und Grundblau die Ausdrücke:

Fig. 3.



Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben. Abhängigkeit der Dicken $d_p = p \cdot \lambda : (\varepsilon - \omega)$ von der Wellenlänge: Maßstab in μ (Tab. 3). Ordnungszahlen der dunklen Streifen 1—12.

Fig. 4.



Quarz. Abhängigkeit der Dicke $d_1 = \lambda : (\varepsilon - \omega)$ von der Wellenlänge: Maßstab in μ (Tab. 2).

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}$$

$$(3.)\quad G_\lambda = g_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}$$

$$B_\lambda = b_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\,.$$

Erfolgt die Beleuchtung durch Sonnenlicht, so nehmen die Gesamtmengen R, G und B von Grundrot, Grundgrün und Grundblau in dem austretenden Farbengemisch die Werte an:

$$(4.)\quad R = \int R_\lambda \cdot d\lambda\,,\quad G = \int G_\lambda \cdot d\lambda\,,\quad B = \int B_\lambda \cdot d\lambda\,.$$

Es genügt, diese Summation zwischen den Grenzen $\lambda = 400\ \mu\mu$ und $\lambda = 700\ \mu\mu$ in der Weise auszuführen, daß in:

$$(5.)\quad R = \sum_{400} R_\lambda \cdot \Delta\lambda \qquad G = \sum_{400} G_\lambda \cdot \Delta\lambda \qquad B = \sum_{400} B_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

$\Delta\lambda$ um 10 $\mu\mu$ fortschreitet.

Die Rechnung wurde durchgeführt für einen Keilwinkel $\alpha = 1°\,30'$ und in Abständen z, die um 0.4 mm fortschreitend von 0 bis 5.6 mm

reichen. Daher wächst die Dicke d jedesmal um 0.010475 mm (Tab. 3).

Tabelle 3.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche. Keilwinkel $\alpha = 1° 30'$.

d in μ	z in mm	1000 R	1000 G	1000 B	$\frac{B-G}{G-R}$	$\mathfrak{F}$ λ in μμ	$\mathfrak{H}$ in Prozent	$\mathfrak{S}$ in Prozent
10.475	0.4	263	277	398	+ 8.64	480	30	16
20.950	0.8	662	792	950	+ 1.21	492	92	17
31.425	1.2	960	981	768	− 10.1	542	96	15
41.898	1.6	687	656	178	+ 15.4	581	68	65
52.375	2.0	261	184	124	+ 0.78	613	25	35
62.850	2.4	110	73	650	− 15.6	459	11	73
73.320	2.8	330	414	887	+ 5.64	484	35	39
83.800	3.2	672	815	506	− 2.16	532	69	24
94.270	3.6	821	945	165	− 6.13	569	83	74
104.740	4.0	677	506	382	+ 0.72	615	64	27
115.220	4.4	389	224	773	− 3.33	Purpur	37	51
125.690	4.8	222	218	681	− 116.0	465	23	41
136.170	5.2	325	500	376	− 0.70	503	35	19
146.640	5.6	583	745	309	− 2.69	542	60	43

Für einen gegebenen Abstand z ist zunächst nach (3.) zu berechnen:

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2\left(\pi z \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right) \tag{6.}$$

mit der Reihe der ausgewählten Werte der Wellenlänge λ; darauf ist nach (5.) die Summe R zu bilden. In ähnlicher Weise werden G und B ermittelt (vgl. Tab. 3). Für die Darstellung der Abhängigkeit, in der die Grundempfindungen von z stehen, sind jetzt in Fig. 5 (a), die drei über der Stelle z der Abszissenachse liegenden Ordinaten gewonnen, deren Endpunkte durch kleine Kreise bezeichnet sind.

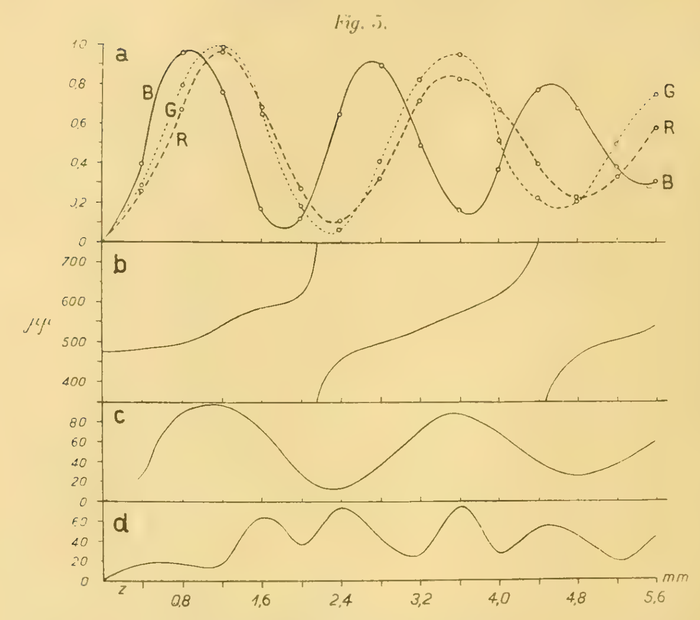
Hieraus folgt der Quotient $(B-G):(G-R)$ und darauf nach Tab. 1 der an jener Stelle z herrschende Farbton $\mathfrak{F}$, dessen Abhängigkeit von z durch Fig. 5 (b) veranschaulicht wird.

Die Interferenzfarbe ist aber durch $\mathfrak{F}$ noch nicht vollständig gekennzeichnet, da noch der Grad ihrer Helligkeit und ihrer Sättigung wechseln kann.

Durch eine umfassende Untersuchung der Helligkeitsverteilung im Spektrum hat A. Koenig[1] die Helligkeitswerte der Spektralfarben

[1] A. Koenig, Über den Helligkeitswert der Spektralfarben bei verschiedener absoluter Intensität. Helmholtz-Festschrift. Hamburg 1891. 309—388. Ges. Abh. 1903. 144—213.

Fig. 5.



Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche, (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung.

für verschiedene Helligkeitsstufen bestimmt und ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge λ durch Kurven dargestellt. Aus der Kurve H der höchsten zur Messung benutzten Helligkeitsstufe, wo wenigstens annähernd die obere Grenze der Abhängigkeit der Helligkeitswerte von der absoluten Intensität erreicht ist (Ges. Abh. S. 169, Taf. 1), wurden die Werte der Ordinaten h'_λ für Intervalle der λ von 10 $\mu\mu$ entnommen und dann so zu h_λ umgerechnet, daß:

$$h = \sum_{400}^{760} h_\lambda \cdot \Delta\lambda = 1 \tag{7.}$$

wird.

In dem Abstand z von der Keilkante tritt aus dem Analysator das im einfallenden Sonnenlichte enthaltene Licht von der Wellenlänge λ in der Helligkeit:

$$\mathfrak{H}_\lambda = h_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda, \text{ worin } \mathfrak{J}_\lambda = \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \tag{8.}$$

gesetzt ist. Demnach erregt hier das Zusammenwirken aller einfarbigen Anteile des weißen Lichtes die Gesamthelligkeit $\mathfrak{H}$ der Interferenzfarbe:

$$(9.) \qquad \mathfrak{H} = \sum_{400}^{700} \mathfrak{H}_\lambda \cdot \Delta\lambda .$$

Anderseits läßt sich $\mathfrak{H}$ aus den Werten R, G, B der Grundempfindungen linear zusammensetzen mit Koeffizienten $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{g}$, $\mathfrak{b}$, die von λ unabhängig sind:

$$(10.) \qquad \mathfrak{H} = \mathfrak{r}R + \mathfrak{g}G + \mathfrak{b}B .$$

Ermittelt man also nach (8.) und (9.) aus den gegebenen Größen h_λ und den für den Quarzkeil schon gefundenen Größen $\mathfrak{J}_\lambda$ die Werte $\mathfrak{H}, \mathfrak{H}', \mathfrak{H}''$ für drei beliebig gewählte Abstände z, z', z'', so ergeben sich aus (10.) die Koeffizienten $\mathfrak{r}, \mathfrak{g}, \mathfrak{b}$, welche gestatten, die Helligkeit $\mathfrak{H}$ eines Farbtons $\mathfrak{F}$ in Prozenten der Helligkeit des einfallenden Lichtes zu bestimmen.

Für den Quarzkeil mit dem Keilwinkel $\alpha = 1°30'$ liefert die Benutzung der Abstände $z = 1.2$ mm, $z' = 2$ mm und $z'' = 2.8$ mm die Werte:

$$\mathfrak{r} = 0.822 , \qquad \mathfrak{g} = 0.161 , \qquad \mathfrak{b} = 0.017 ,$$

so daß:

$$(11.) \qquad \mathfrak{H} = 82.2 \cdot R + 16.1 \cdot G + 1.7 \cdot B .$$

Hieraus folgt, daß den größten Beitrag zur Helligkeit die Empfindung von Grundrot liefert, deren Maximum nach den Grundempfindungskurven von A. Koenig im Gebiet der gelben Spektralfarben liegt. Dagegen ist sehr gering der Anteil der Empfindung von Grundblau. Dazwischen liegt der Beitrag der Empfindung von Grundgrün. — Die Werte von $\mathfrak{H}$ sind in Tab. 3 eingetragen und zur Konstruktion der Figur 5 (*c*) verwendet worden.

Um an einer Stelle z die Gesamtempfindung des Farbengemisches darzustellen, ist die Summe $R + G + B$ zu bilden. Anderseits ist die in dem Gemisch enthaltene Menge Weiß bestimmt durch den dreifachen Betrag der kleinsten Grundempfindung. Daher liefert die Differenz dieser beiden Größen die Stärke der Empfindung des Farbtons $\mathfrak{F}$ und ihr Verhältnis zur Gesamtempfindung die Sättigung $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{F}$:

$$(12.) \qquad \mathfrak{S} = \frac{(R + G + B) - 3.\ \text{kleinste Grundempfindung}}{R + G + B} .$$

Hiernach wurden die Werte $\mathfrak{S}$ in Tab. 3 berechnet und die Kurve Fig. 5 (*d*) gezeichnet.

Die vergleichende Betrachtung der zusammengehörigen Kurven in Fig. 5 (*a*) bis (*d*) gewährt nun Aufschluß über die Folge der Inter-

ferenzfarben. Es soll hier nur auf folgende Beziehungen hingewiesen werden. An der Keilkante entsteht, da die Grundempfindungen R, G, B nahezu gleich schwach sind (a), ein blaugrüner Farbton (b) von sehr geringer Helligkeit (c) und Sättigung (d), so daß der Eindruck eines dunklen Blaugrau erweckt wird. Mit wachsendem Abstande z von der Keilkante nimmt zwar die Helligkeit erheblich zu (c), aber die Sättigung bleibt noch gering (d). Bei $z = 0.95$ mm tritt ein sehr heller (c), aber nur wenig gesättigter (d) schwach grünlicher Farbton (b) auf. Darauf folgen stärker gesättigte gelbe und rote Farben, bis bei $z =$ etwa 2.2 mm das sogenannte Rot erster Ordnung sichtbar wird, das nach dem Verlauf der (b)-Kurven einen purpurnen Farbton besitzt, wie er für Wellenlängen > 700 und < 400 mm charakteristisch ist. Durch spektrale Zerlegung wird hier das der Fraunhoferschen Linie b entsprechende grüne Licht ausgelöscht (vgl. Fig. 3). Die für die praktische Verwendung des Rot erster Ordnung maßgebende Empfindlichkeit dieses Farbtons ist kenntlich an dem ungewöhnlich steilen Verlauf der (b)-Kurven unmittelbar vor und hinter dieser Stelle z. Es folgen bei $z = 2.4$ mm stark gesättigtes (d), aber nicht sehr helles (c) Blau (b), darauf mit zunehmender Helligkeit grüne und sehr helle gelbe Farbtöne mit einem Maximum der Intensität (c) bei $z = 3.6$ mm. Dann erscheint bei $z = 4.4$ mm das Rot zweiter Ordnung, dessen Purpurton heller (c), aber weniger gesättigt (d) ist als der Farbton des Rot erster Ordnung. Aus Fig. 5 ist noch zu ersehen, daß weiße Interferenzfarben erst nach mehreren Ordnungen von Farbenfolgen zu erwarten sind.

III.

Soll ein Quarzkeil, an dem die Eintrittsfläche senkrecht zur optischen Achse liegt, zur Beobachtung von Interferenzfarben dienen, so muß der Keilwinkel β mit Rücksicht auf die äußerst geringe Doppelbrechung des Quarzes in der Richtung der optischen Achse ein Vielfaches der Beträge α erreichen, die für die unter II betrachteten Keile zweckmäßig sind. Es wurde $\beta = 20 \cdot \alpha = 30°$ gewählt. Quarzprismen dieser Art sind z. B. gegeben durch die Cornuschen Doppelprismen der Quarzspektrographen. Um die Ablenkung des Lichtes zu vermeiden, ist das Quarzprisma durch ein Glasprisma von 30° und geeigneten Brechungsindizes zu einer planparallelen Platte zu ergänzen. Von den Interferenzfarben, die ein solches Präparat im senkrecht eintretenden polarisierten Licht darbieten kann, ist zur quantitativen Analyse nur die Farbenfolge herangezogen worden, die zwischen gekreuzten Nicols in Diagonalstellung beobachtet wird.

Die Brechungsindizes des Quarzes in der Richtung der optischen Achse seien bezeichnet mit ω'_λ und ω''_λ, das spezifische Drehungsvermögen mit ρ_λ und die zum Drehungswinkel π gehörige Plattendicke mit D_0; dann ist:

$$(1.)\quad \rho_\lambda = \pi \cdot \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}, \qquad (2.)\quad D_0 = \frac{\pi}{\rho} = \frac{\lambda}{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}.$$

Nach den Messungen von J. L. Soret und E. Sarasin[1] gelten für 20° C die in Tab. 4 angegebenen Werte von ρ_λ; daraus sind die übrigen Zahlenreihen berechnet. Ferner sind durch Interpolation die Werte von ρ_λ für die um 10 $\mu\mu$ fortschreitenden Wellenlängen zwischen $\lambda = 400$ und 700 $\mu\mu$ in Tab. 5 gewonnen worden.

Tabelle 4. Quarz.

	λ in mm	ρ für 1 mm	$\omega' - \omega'' = \lambda \cdot \frac{\rho}{\pi}$	D_0 in mm
A	0.000760	12°648	0.000053	14.232
a	718	14.301	57	12.586
B	687	15.746	60	11.431
C	656	17.312	63	10.397
$D_1\, D_2$	589	21.707	71	8.292
E	527	27.540	80	6.536
F	486	32.761	88	5.494
G	431	42.586	102	4.227
h	410	47.486	108	3.791
H	397	51.187	113	3.516

Tabelle 5. Quarz. Spezifisches Drehungsvermögen.

λ in $\mu\mu$	ρ für 1 mm	λ in $\mu\mu$	ρ für 1 mm
[illegible]00	52°70	560	24.31
410	47.53	570	23.40
420	45.05	580	22.52
430	42.75	590	21.69
440	40.71	600	20.88
450	38.90	610	20.10
460	37.10	620	19.33
470	35.37	630	18.65
480	33.70	640	18.02
490	32.18	650	17.42
500	30.73	660	16.87
510	29.44	670	16.39
520	28.38	680	15.90
530	27.25	690	15.47
540	26.23	700	15.01
550	25.25		

[1] J. L. Soret et E. Sarasin, Arch. sc. phys. et nat. Genève (3) 8. 5. 1882.

Im Abstande z von der Keilkante sind die Dicke d und der Drehungswinkel w der Polarisationsebene des eintretenden Lichtes:

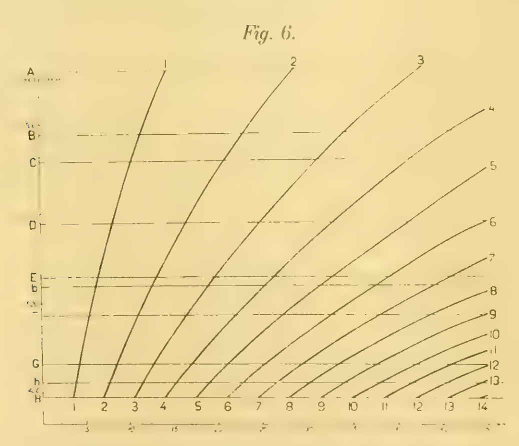
$$(3.)\quad d = z \cdot \operatorname{tg} \vartheta, \qquad (4.)\quad w = d \cdot \rho_\lambda .$$

Befindet sich dieser Keil im senkrecht eintretenden weißen Lichte in Diagonalstellung zwischen gekreuzten Nicols vor einem Spektroskop, dessen Spalte senkrecht zur Keilkante liegt, so treten in dem Spektrum dunkle Kurven auf, die erzeugt werden durch die Stellen des Keils, an denen die Polarisationsebene des eintretenden Lichtes um $w = p \cdot \pi$ gedreht wird ($p = 1, 2, \ldots$), so daß:

$$(5.)\qquad d\rho_\lambda = p\pi \quad \text{oder} \quad d = p \cdot D_0 = p \frac{\lambda}{\omega' - \omega''} .$$

Gegenüber den unter II betrachteten Quarzkeilen mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche ist es, wie aus Fig. 6 hervorgeht, für Keile mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche charakteristisch, daß auch in einem Interferenzspektrum die dunklen Kurven deutlich gekrümmt sind.

Fig. 6.



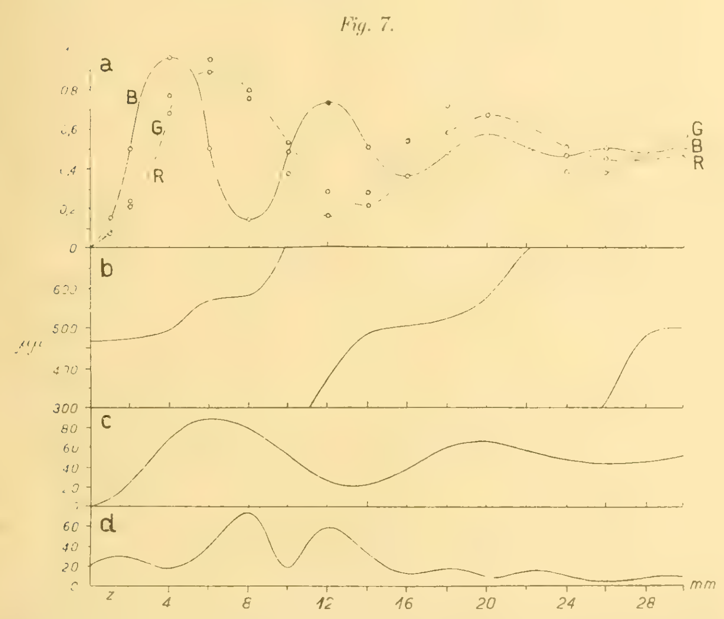
Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben. Abhängigkeit der Dicken $d_p = p \cdot \lambda : (\omega' - \omega'')$ von der Wellenlänge; Maßstab in mm (Tab. 6). Ordnungszahlen der dunklen Streifen 1—14.

Wird der Keil beleuchtet mit einfarbigem Licht, so erscheint in dem aus dem Analysator tretenden Licht das Grundrot mit der Intensität:

$$(6.)\qquad R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 (d \cdot \rho_\lambda) = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} .$$

Analoge Ausdrücke gelten für die Mengen G_λ und B_λ von Grundgrün und Grundblau. Erfolgt die Beleuchtung durch Sonnenlicht, so bestehen die Relationen (4.) und (5.) auf S. 8. Zur Berechnung der Grundempfindungen wurden für z gewählt 1 mm und die geradzahligen Werte von 2 bis 30 mm. Mit Hilfe der in Tab. 6 zusammengestellten Ergebnisse wurde Fig. 7 gezeichnet.

Fig. 7.



Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche, (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung.

Hiernach tritt schon in geringem Abstande von der Keilkante ein dunkles (*c*) Blau (*b*) von geringerer Sättigung (*d*) auf. Es folgen mit steigender Helligkeit (*c*) Grün und ein sehr helles gesättigtes (*d*) Gelb (*b*). Bei $z = 10$ mm erscheint ein roter Farbton (*b*) von geringer Sättigung (*d*): er ist, wie aus dem weniger steilen Verlauf der (*b*)-Kurve vor und hinter dieser Stelle hervorgeht, erheblich weniger empfindlich gegenüber einem Wechsel der Keildicke als das Rot erster Ordnung in Quarzkeilen, deren Eintrittsflächen parallel zur optischen Achse liegen. Noch unempfindlicher ist das zweite Rot in dieser Farbenfolge, das sich nach (*b*) von $z = 24$ bis 26 mm erstreckt und nach (*d*) sehr

Tabelle 6.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche. Keilwinkel $\beta = 30°$.

d in mm	z in mm	1000 B	1000 G	1000 R	$\frac{B-G}{G-R}$	𝔉 λ in μμ	𝔖 in Proz.	𝔖 in Proz.
0.57735	1	147	85	73	+ 10.2	469	8	29
1.1547	2	497	241	231	+ 25.6	471	24	28
2.3094	4	952	773	678	+ 1.7	491	70	18
3.4641	6	503	952	886	− 6.82	570	89	39
4.6188	8	144	761	798	+ 16.7	581	78	74
5.7735	10	484	374	539	− 0.67	Rot-P.	51	19
6.9282	12	724	163	288	− 4.48	Viol.-P.	27	59
8.0830	14	513	271	217	+ 4.50	485	23	35
9.2376	16	363	540	365	− 1.00	507	39	14
10.392	18	480	716	578	− 1.71	523	60	19
11.547	20	572	678	672	− 17.7	576	67	11
12.702	22	512	510	616	− 0.02	Rot-P.	57	7
13.856	24	463	380	511	− 0.64	Rot-P.	49	16
15.011	26	500	384	448	− 1.8	Viol.-P.	44	13
16.166	28	483	479	445	+ 1.2	492	45	5
17.320	30	517	561	470	− 0.38	500	49	9

blaß ist. Die Abflachung der Helligkeitskurve (c) und das schnelle Herabsinken der Sättigungskurve (d) ist charakteristisch für Quarzkeile mit Eintrittsflächen, die senkrecht auf der optischen Achse stehen.

IV.

In Fig. 5 und 7 sind die Maßstäbe für die Abstände z von den Kanten der beiden Quarzkeile so gewählt, daß der Vergleich entsprechender Kurven durch die Anschauung erleichtert wird. Es interessiert hier vor allem, daß in dem Verlauf der Grundempfindungskurven zwar die Reihenfolge der Kurven R, G, B nach der Richtung z in beiden Fällen übereinstimmt, aber eine wesentliche Verschiedenheit in den Werten der Ordinaten für die höchsten und die tiefsten Punkte der Kurven besteht. In der Tat weichen diese Ordinaten in Fig. 7a erheblich stärker von den äußersten Werten 0 und 1 ab als in Fig. 5a. Dieses Verhalten ist bedingt durch den verschieden starken Einfluß, den die Verhältnisse der Differenzen der Brechungsindizes zur Wellenlänge $(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda):\lambda$ und $(\omega'_\lambda - \omega''_\lambda):\lambda$ auf die Mengen von Grundrot, Grundgrün und Grundblau nach S. 8, 14 ausüben:

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \text{ usw.,} \quad R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Hierin sind z. B. die folgenden Werte einzusetzen, wenn die Wellenlängen in Millimetern gemessen werden:

Tabelle 7. Quarz.

	$\frac{\varepsilon-\omega}{\lambda}$	$\frac{\omega'-\omega''}{\lambda}=\frac{\rho}{\pi}$
B	13.099	0.08748
C	13.746	09618
$D_1 D_2$	15.491	12060
F	19.157	19056
G	21.976	23657
h	23.261	26379
H	24.296	28441

Im Quarz ändert sich also das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes zur Wellenlänge in der Richtung der optischen Achse erheblich stärker als in den dazu senkrechten Richtungen.

In einem Keil aus einem kristallisierten Körper, in dem die Differenz der Brechungsindizes proportional der Wellenlänge ist:

$$\frac{\varepsilon_\lambda-\omega_\lambda}{\lambda}=q,$$

würde sich der zweite Faktor in R_λ, G_λ, B_λ nur noch mit der Dicke d ändern. Dieser Faktor würde gleichzeitig für alle einfarbigen Lichtarten den größten Wert 1 oder den kleinsten Wert 0 erreichen, je nachdem die Dicke d die Werte:

$$d=\frac{2n-1}{2}\cdot\frac{1}{q} \quad \text{oder} \quad d=n\cdot\frac{1}{q}$$

($n = 1, 2, \ldots$) annimmt. An einer Stelle der ersten Art würde:

$$R_\lambda=r_\lambda,\quad G_\lambda=g_\lambda,\quad B_\lambda=b_\lambda \quad \text{und} \quad R_{max}=\sum r_\lambda\cdot\Delta\lambda \quad \text{usw.}$$

sein. Dann ist aber nach der Voraussetzung, die der Tab. 1 zugrunde liegt,

$$R_{max}=G_{max}=B_{max}=1\,,$$

d. h. es erscheint an diesen Stellen Weiß. Für Dicken der zweiten Art ergibt sich, daß

$$R_{min}=G_{min}=B_{min}=0$$

wird, d. h. es herrscht vollkommene Dunkelheit.

Ist das Verhältnis $(\varepsilon_\lambda-\omega_\lambda):\lambda$ nicht konstant, so wird an einer beliebigen Stelle d der Faktor

$$\sin^2\pi d\,\frac{\varepsilon_\lambda-\omega_\lambda}{\lambda}$$

nur für einzelne Lichtarten den höchsten Wert 1 erreichen können. Daher bleiben R_λ, G_λ, B_λ im allgemeinen kleiner als r_λ, g_λ, b_λ. Folglich sind die Summen R, G, B voneinander verschieden und stets kleiner als R_{max} usw., also kleiner als 1. In ähnlicher Weise ergibt sich, daß sie stets größer als 0 sind. Die hierdurch bedingten Abweichungen der Ordinaten der R-, G-, B-Kurven von der Abszissenachse und der im Abstande 1 von ihr gezogenen Parallelen werden um so größer sein, je stärker sich das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes zur Wellenlänge im Bereiche des sichtbaren Gebietes ändert.

Beachtenswert ist, daß die in der Richtung z genommenen Folgen der Schnittpunkte von je zwei Grundempfindungskurven der Fig. 5 (a) und 7 (a) untereinander übereinstimmen. In der Tat gelten in beiden Fällen der Reihe nach die Bedingungen:

$$R < G = B, \quad G > R = B, \quad B < R = G,$$
$$R > G = B, \quad G < R = B, \quad B > R = G,$$

und diese Anordnung wiederholt sich mit wachsendem z. Hierauf beruht eine trotz der hervorgehobenen erheblichen Abweichungen doch noch vorhandene Ähnlichkeit in den beiden Folgen von Interferenzfarben.

V.

Die Oberflächen gleichen Gangunterschiedes sind für inaktive optisch einachsige Kristalle nicht geschlossene Umdrehungsflächen um die optische Achse. Legt man durch eine Oberfläche, die einem bestimmten Werte des Gangunterschiedes entspricht, in wachsenden Abständen von ihrem Mittelpunkte Ebenen senkrecht zur Achse, so erhält man als Schnittkurven Kreise mit wachsenden Radien. Aber die zugehörigen Winkelhalbmesser, von denen die Kreise gleichen Gangunterschiedes in den Interferenzerscheinungen an basischen Platten in einfarbigen konvergenten polarisierten Lichtes abhängen, nehmen ab, so daß der Beobachter an Platten von wachsender Dicke immer engere Ringe wahrnimmt. Die Werte der Winkelhalbmesser der innersten Kreise können jedoch, wie aus der Gestalt jener Oberflächen folgt, niemals auf Null herabsinken. Daher bleiben in allen Platten die Reihen der mit 1 beginnenden Ordnungszahlen der Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes unverändert.

In charakteristischer Weise hiervon abweichend verhalten sich aktive optisch einachsige Kristalle. Ihre Oberflächen gleichen Gangunterschiedes sind geschlossene Umdrehungsflächen um die optische Achse. Daher beobachtet man an basischen Platten von wachsender Dicke im einfarbigen konvergenten Licht zwischen gekreuzten Nicols,

daß bei der Zusammenziehung der Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes für eine bestimmte Plattendicke D_0 der innerste dunkle Kreis verschwindet. Daraus folgt, daß für noch größere Dicken die Ordnungszahl des innersten Kreises > 1 ist.

Die Dicke D_0 einer basischen Platte, in welcher der Winkelhalbmesser des Hauptkreises erster Ordnung für eine bestimmte einfarbige Lichtart auf Null herabsinkt, ist dadurch bestimmt, daß die Platte gleichzeitig der Polarisationsebene des senkrecht eintretenden Lichtes eine Drehung um 180° erteilen, also zwischen gekreuzten Nicols dunkel erscheinen muß; diese Dicke ergibt sich daher aus $D_0 \cdot \varrho = 180°$ (vgl. Tab. 4).

Bezeichnet man den Winkel zwischen einer Wellennormale und der optischen Achse mit r, so lautet das Gesetz der Winkelhalbmesser[1] für den Hauptkreis mit der Ordnungszahl ν:

$$\sin^2 r = \frac{\lambda}{2\pi(\varepsilon - \omega)} \cdot \sqrt{\left(\frac{2\pi\nu}{D}\right)^2 - 4\varrho_\lambda^2} \,. \tag{1.}$$

Um eine Anschauung zu gewinnen von der Gestalt der Meridiankurven in einer Reihe von Oberflächen gleichen Gangunterschiedes, wurden hiernach die Werte der Winkel r berechnet für Hauptkreise erster Ordnung ($\nu = 1$), die an basischen Platten von Quarz mit den in Tab. 4 angegebenen Dicken D_0 im einfarbigen konvergenten Licht zwischen gekreuzten Nicols beobachtet werden können (Tab. 7).

Eine Oberfläche, deren Mittelpunkt in die Eintrittsfläche einer Platte fällt, wird von der Austrittsfläche in einem Kreise geschnitten, dessen Radius $a = D_0 \cdot \operatorname{tg} r$ ist. Die zu den Winkeln r der Tab. 7 gehörigen Radien a sind in Tab. 8 angegeben. Mit Hilfe dieser Werte wurde Fig. 8 konstruiert.

Tabelle 7.

Quarz, Winkelhalbmesser r der Hauptkreise erster Ordnung.

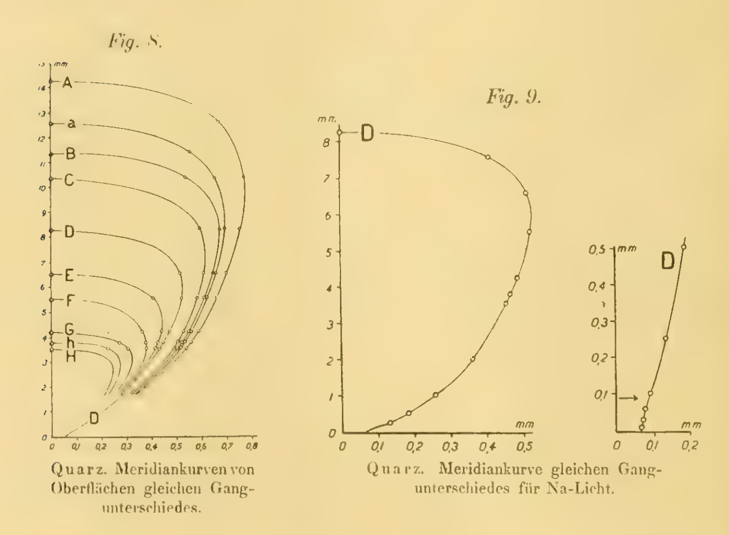
D_0	0	3.516	3.791	4.227	5.495	6.536	8.292	10.397	11.431	12.586
A	90°	8°47'	8°23'	7°54'	6°51'	6° 9'	5°13'	4°16'	3°50'	3°15'
a	90	8 23	8 5	7 35	6 29	5 48	4 49	3 40	2 56	
B	90	8 13	7 54	7 28	6 10	5 37	4 33	3 6		
C	90	7 57	7 35	7 12	6 3	5 10	4 8			
D	90	7 10	7 0	6 34	5 24	4 29				
E	90	6 44	6 25	5 48	4 20					
F	90	6 8	5 42	5 5						
G	90	4 56	4 2							
h	90	3 54								
H	90									

[1] J. C. Mc Connel, An experimental investigation into the form of the wave-surface of quartz. Trans. Phil. Soc. London for 1886, **177**, 299—326; 1887. F. Pockels, Lehrb. d. Kristalloptik. Leipzig 1906, 352.

Tabelle 8.

Quarz, Radien a, die zu den Winkeln r in Tabelle 7 gehören.

D_0	0	3.516	3.791	4.227	5.495	6.536	8.292	10.397	11.431	12.586
A	0.084	0.5428	0.5587	0.5865	0.6588	0.7042	0.7552	0.774	0.786	0.805
a	078	5182	5384	5628	6232	664	6986	666	586	
B	075	5078	526	554	6071	645	6752	562		
C	072	4911	5047	534	5812	591	5992			
D	065	4318	4655	4866	5184	512				
E	058	4152	4263	4196	4146					
F	052	3780	3784	376						
G	0455	3042	2673							
h	043	2397								
H	042									



Quarz. Meridiankurven von Oberflächen gleichen Gangunterschiedes.

Quarz. Meridiankurve gleichen Gangunterschiedes für Na-Licht.

Wie aus (1.) folgt, ändert sich der Winkel r nicht, wenn gleichzeitig $\nu = 1$ gesetzt und die Platte mit der Dicke D ersetzt wird durch eine Platte, deren Dicke D_1 den ν. Teil von D beträgt. Es wird also in beiden Fällen ein Hauptkreis mit dem Winkelhalbmesser r beobachtet: seine Ordnungszahl beträgt im ersten Falle ν, im zweiten 1. Diese Beziehung kann dazu dienen, die von J. C. Mc Connel ausgeführten Messungen der Winkelhalbmesser von Hauptkreisen zu vergleichen mit der Meridiankurve Tabelle 7. 8 und Fig. 9. Mc Connel fand an einer Quarzplatte von der Dicke $D = 27.65$ mm im Na-Licht zwischen ge-

kreuzten Nicols bei 16° C für die in der ersten Zeile angegebenen Ordnungszahlen ν folgende Werte des Winkels r (a. a. O. 312):

$\nu =$ 4	5	6	7	8	13	18
$r =$ 4° 7′	5° 23′	6° 14′	6° 55′	7° 31′	9° 51′	11° 40′.

Berechnet man nun aus den soeben gefundenen Werten der Radien a (Tabelle 8) durch graphische Interpolation die zu den Dicken $D_1 = D : \nu$ gehörigen Werte a und daraus die durch $\operatorname{tg} r = a : D_1$ bestimmten Winkel r, so ergibt sich, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, eine sehr befriedigende Übereinstimmung mit den Angaben von Mc Connel:

Tabelle 9.
Quarzplatte. $D = 27.65$ mm.

ν	$D_1 = \frac{D}{\nu}$ in mm	a in mm	r berechnet	r gemessen
4	6.91	0.485	4° 7′	4° 7′
5	5.53	520	5 24	5 23
6	4.61	500	6 14	6 14
7	3.95	475	6 55	6 55
8	3.46	445	7 29	7 31
13	2.13	370	9 56	9 51
18	1.54	320	11 58	11 40

In der Nähe des Äquators kann die Meridiankurve einer Oberfläche gleichen Gangunterschiedes in einem aktiven optisch einachsigen Kristall dargestellt werden durch die für inaktive Kristalle geltende Gleichung:

$$a^4 = (D^2 + a^2) \cdot \varkappa^2 , \tag{2.}$$

worin $\varkappa = \lambda : (\varepsilon - \omega)$ ist. Daher wird:

$$a = \varkappa \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2D}{\varkappa}\right)^2}\right)}. \tag{3.}$$

Tabelle 10.

D in mm	a in mm	D in mm	a in mm
0	0.065	—	—
0.01	0662	3.516	0.4518
0.03	0704	3.794	4655
0.06	0805	4.227	4866
0.1	0943	5.495	5184
0.25	1357	6.536	5120
0.5	1860	7.50	4050
1	2586	8.292	0
2	3628	—	

Hieraus ergeben sich die in Tabelle 10 zusammengestellten Werte von a für Dicken von 0 bis 2 mm im Na-Lichte; die übrigen hier angeführten Werte sind mit Hilfe von (1.) berechnet (vgl. Fig. 9).

Ferner ergibt sich aus (2.), daß ein Wendepunkt auf der Meridiankurve liegt; denn die Bedingung:

$$\frac{d^2 D}{da^2} = 0 \quad \text{oder} \quad a = \varkappa \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \tag{4.}$$

wird im Na-Lichte befriedigt durch die Koordinaten:

$$a = 0.07961 \text{ mm}, \quad D = 0.062 \text{ mm}.$$

Ein Hinweis auf diesen Punkt ist in Fig. 9 angebracht.

Adresse an Hrn. Max Lehmann zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 12. Januar 1917.

Hochverehrter Herr!

Zu Ihrem fünfzigjährigen Jubiläum als Doktor der Philosophie begrüßen wir Sie auf das herzlichste, eingedenk der Gemeinschaft, die Sie seit einem Menschenalter mit uns verbindet, und der leider nur wenigen Jahre, in denen Sie als ordentliches Mitglied in unseren Reihen wirkten. Aber Sie haben, als Sie uns verließen, um aus innerstem Bedürfnis den Beruf der reinen Forschung mit dem Doppelberufe des Forschers und Lehrers zu vertauschen, darum nicht den Weg verlassen, der Sie im frühen Mannesalter schon in unsere Mitte führte. Denn wie reich verzweigt auch Ihr wissenschaftliches Lebenswerk ist, wie sehr auch Ihr energischer Geist geneigt ist, die Wahrheit immer von neuem zu erobern und die Hüllen dessen, was Sie als Irrtum erkannt zu haben glauben, abzustreifen, so verbindet doch ein ganz einheitliches und individuelles Streben die verschiedenen Hervorbringungen Ihrer geschichtlichen Forschung. Durchweg wirken in ihnen, wie es beim echten Historiker sein soll, Leben und Wissenschaft ineinander. Jede erwächst aus einem bestimmten Wurzelboden heimatlicher oder ideeller Art, und nirgends findet sich willkürlich oder zufällig Aufgegriffenes. Aber schon früh zeigte sich in Ihren Arbeiten der leidenschaftliche Drang, inmitten der Sie tragenden Überlieferungen selbständig emporzusteigen zu Erkenntnissen, die auch den Bruch mit der Überlieferung niemals scheuten und, kräftig und stolz hingestellt und verfochten, die zeitgenössische Forschung aufs stärkste bewegt und auch da befruchtet haben, wo sie Ihnen nicht zuzustimmen vermochte. Diese unbedingte Energie und Schärfe des Geistes, diese eigene und individuelle Fortbildung des Überkommenen zeigt sich schon in der Technik Ihrer kritischen Arbeit. Aus der Schule Rankes und Jaffés hervorgegangen, haben Sie schon in Ihren ersten Arbeiten zur vaterländischen Geschichte, in den Aufsätzen über die Kriege von 1866 und 1870, in Ihrer aufsehenerregenden Kritik der Denkwürdigkeiten Schöns und Knesebecks, in Ihrer Bearbeitung der Akten über Preußen und die katholische Kirche, über das gewöhnliche Maß von Akribie und Gründlichkeit hinaus eine

ganz persönlich berührende Präzision der Quellenbefragung, eine behende Findigkeit und zupackende Kraft im Herausgreifen entscheidender Zeugnisse an den Tag gelegt, und in Ihrem einstigen archivalischen Berufe haben Sie die Fähigkeit, gewaltige Stoffmassen souverän zu beherrschen durch Erfassen ihrer organischen Gliederungen, zur Virtuosität entwickeln können. Die Durchführung des Provenienzprinzips in der Ordnung der Akten, die das Geheime Staatsarchiv wesentlich Ihnen verdankt und die andere Archive von ihm dann lernten, hat der wissenschaftlichen Aktenforschung den Weg gebahnt, um rasch und sicher in die ersten und natürlichsten Zusammenhänge staatsmännischer Arbeit einzudringen. So bewiesen Sie schon als Forscher und Archivar die Gabe des Aufbauens und künstlerischen Formens, die dann aufs schönste sich entfaltete in den Biographien Scharnhorsts und Steins. Hier traten nun auch tiefere Züge Ihrer Natur hervor, ein unbedingtes Ethos und ein idealistischer, den Männern der Erhebungszeit kongenialer Schwung. Breit fundiert in der Forschung, nervig und dialektisch in der Fassung, enthusiastisch und oft radikal in der Gesinnung, stehen diese beiden Werke wie erzgegossene Monumente da. Ihr Scharnhorst hat uns die wahrhaft treibenden Kräfte des Befreiungskampfes von 1813 erst wieder recht verstehen gelehrt, Ihr Stein uns die innere Struktur der reformerischen Arbeit, die den Staat wieder aufrichtete, deutlicher gezeigt und Probleme der Ideenbeeinflussung aufgeworfen, die, wie Sie es mehr und mehr wünschten, aus einer begrenzt preußischen Auffassung dieser Zeit in die universalen und europäischen Zusammenhänge hineinführten. Im Lichte der Ideale von 1813 betrachteten Sie auch den altpreußischen Staat und die Politik Friedrichs des Großen und haben die Züge kalter Härte und Rücksichtslosigkeit, die Sie an ihm fanden, selbst mit rücksichtsloser Schärfe an den Tag zu legen sich verpflichtet gefühlt. Der Streit, den Ihre Auffassung vom Ursprunge des Siebenjährigen Krieges erweckte, hat auch die Achtung Ihrer Gegner vor Ihrer glänzenden und vielfach bahnbrechenden Gesamtleistung nicht mindern können. Wohl kann nun, wie kürzlich einer Ihrer Schüler hervorhob, Einsamkeit das Los eines solchen Forschers werden: und doch bleibt Ihr Wirken mit dem der Mitlebenden eng verflochten. Sie wollten in der Geschichtsschreibung das, was die Forschergenerationen seit Ranke fast instinktiv gewollt haben: Rankes Lehren der Universalität, Objektivität und Kritik zwar treu befolgen, aber fester, runder und geschlossener, als er es in seiner alles ineinander verwebenden Art tat, die Lebensmächte der Geschichte, Ideen, Einrichtungen, Persönlichkeiten erfassen und wiedergeben. Dabei war es nicht zu vermeiden, daß die sittlichen und politischen Ideale, die in unseren Auffassungen sich spiegeln, nun auch

in festerer und geschlossenerer Weise auf sie einwirkten. Aus Ihren Werken leuchten höchst persönliche, auf religiöser Empfindung beruhende Überzeugungen von der Notwendigkeit, das Staatsleben zu versittlichen und auch die in ihm lebendig gewordene Idee der Nationalität in sittlichen Schranken zu halten. Im Ringen um diese Probleme nehmen Sie teil an den Aufgaben unserer sturmbewegten Zeit. Möchte es Ihnen und uns allen beschieden sein, im Segen eines unsere Ideale sichernden Friedens eine neue halkyonische Zeit, wie sie Ranke vor hundert Jahren erleben durfte, wieder aufsteigen zu sehen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Stiftung zur Förderung der Sinologie.

Statut vom 18. Dezember 1916.

§ 1.

Zweck der Stiftung.

Die durch gegenwärtiges Statut von Hrn. de Groot errichtete Stiftung erfolgt zugunsten der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und hat vornehmlich den Zweck, die sinologische Wissenschaft in dem Sinne zu fördern, wie sie von Stanislas Julien, Chavannes und auch von dem Stifter selbst betrieben worden ist. Die Stiftung soll daher nur solchen Gelehrten Unterstützung gewähren, die gründliche Kenntnis der chinesischen Schriftsprache auf die quellenmäßige Erforschung der Kultur und Geschichte Chinas anwenden.

Diese Unterstützung kann auf dreierlei Weise gewährt werden:

1. durch Druckunterstützung ausgezeichneter Werke, die auf eigenen wortgetreuen Übersetzungen (keinen Paraphrasierungen) chinesischer Texte in die deutsche, englische oder französische Sprache beruhen. Doch sind belletristische Texte ausgeschlossen. Die Bewerbung ist an die Vorlage des vollständigen Manuskripts gebunden.

2. durch Reisestipendien für junge Männer, die während ihrer Universitätsstudien sich durch Fleiß und Begabung auf dem sinologischen Gebiete ausgezeichnet haben, und von denen zu erwarten ist, daß sie sich dauernd der Sinologie widmen werden. Bedingung für die Verleihung ist, daß die jungen Gelehrten, die sich um ein solches Stipendium bewerben, den philosophischen Doktorgrad in der Sinologie erworben haben. Besonders sollen diejenigen unterstützt werden, die zur Fortsetzung ihrer sinologischen Studien China besuchen wollen.

3. durch Krönung hervorragender in deutscher, englischer oder französischer Sprache abgefaßter Werke auf dem Gebiete der Sinologie, die der Akademie eingesandt oder anderweitig bekannt geworden sind, ohne Rücksicht auf die Nationalität des Verfassers. Gekrönt werden nur Schriften, denen eigene wortgetreue Übersetzungen chinesischer Texte in die genannten Sprachen zugrunde liegen, und deren erste Veröffentlichung höchstens vier Jahre vor dem der Vergebung des

Preises vorangehenden 1. Januar erfolgt ist. Ausgeschlossen sind Grammatiken, Lehrbücher, Wörterbücher, belletristische und sprachwissenschaftliche Werke.

In allen drei Fällen kann die Unterstützung auch solchen Gelehrten zugewendet werden, die sich nicht beworben haben.

§ 2.

Stiftungskapital.

Das Stiftungskapital wird gebildet

1. aus dem Grundstück Nr. 69 an der Dahlemer Straße in Berlin-Lichterfelde, dessen Wert bei der Steuerverwaltung auf 41000 Mark eingeschätzt, das mit einer Hypothek von 20000 Mark belastet ist, und das mit dieser Belastung der Stifter der Akademie unter dem Vorbehalt des lebenslänglichen Nießbrauchs demnächst übereignen wird;

2. aus den von dem Stifter demnächst einzubringenden Werten, bestehend in nominell 15000 Mark (5% Deutsche Reichsanleihe);

3. aus den künftig der Stiftung zugehenden Zuwendungen, wobei die Geber keine diesem Statut widersprechenden Bestimmungen über die Art der Verwendung treffen dürfen.

§ 3.

Verpflichtungen der Akademie.

Die Akademie übernimmt mit der Annahme der Stiftung folgende Verpflichtungen, die aus den Zinsen der Stiftung zu erfüllen sind:

1. Zwei Gräber (Nr. 182 und 183) mit einem darauf befindlichen Grabdenkmal auf dem Parkfriedhof in Berlin-Lichterfelde, in denen der Stifter an der Seite seines am 12. August 1914 verstorbenen Neffen J. S. M. de Groot zu ruhen hofft, nach seinem Tode in gehörigem Stande zu erhalten, solange die Stiftung besteht.

2. An Frau Emma Berta Wilhelmine Ribbecke, geb. Harms, Witwe, oder an jede andere Person, die der Stifter etwa an ihre Stelle setzen sollte, von dem Augenblick seines Todes an bis zu ihrem Ableben jährlich einen Betrag von 500 Mark in zwei halbjährigen Raten auszuzahlen.

§ 4.

Vermögensverwaltung.

Das Kapitalvermögen der Stiftung ist unangreifbar; es bildet einen Bestandteil des Vermögens der Akademie und wird wie die übrigen Gelder der Akademie verwaltet.

Die Zinsen sollen, soweit sie nicht für die oben § 1, 1—3 und § 3, 1. 2 bezeichneten Zwecke Verwendung finden, zum Kapital geschlagen werden. Doch können auch Zinsen eines oder mehrerer Jahre zur Bildung eines größeren Preises oder Stipendiums aufgesammelt werden.

§ 5.

Bildung des Kuratoriums.

Die Stiftung wird verwaltet durch ein Kuratorium von drei Mitgliedern, welche die philosophisch-historische Klasse der Akademie auf zehn Jahre erwählt. Der Stifter gehört ohne weiteres und beständig diesem Kuratorium an. Scheidet ein Mitglied des Kuratoriums vor Ablauf der Wahlperiode aus, so ist für den Rest dieser Periode ein neues Mitglied zu wählen. Die Wahl des Vorsitzenden erfolgt durch das Kuratorium.

§ 6.

Tätigkeit des Kuratoriums.

Das Kuratorium tritt im Monat Mai jedes Jahres zu einer Sitzung zusammen. In ihr ist zunächst festzustellen, welcher Zinsertrag aus dem verflossenen oder früheren Etatsjahren für die in § 1, 1—3 angegebenen Zwecke zur Verfügung steht, und über die Verwendung dieser Summe Beschluß zu fassen, auch der nächste Termin für die Bewerbung um Stipendien (§ 1, 2) oder Einreichung von Schriften (§ 1, 1 und 3) festzusetzen (in der Regel der 1. April des nächsten Jahres).

§ 7.

Veröffentlichung.

Die Beschlüsse des Kuratoriums werden der philosophisch-historischen Klasse der Akademie im Laufe des Juni mitgeteilt und in der nächsten Leibniz-Sitzung öffentlich bekanntgemacht. Gleichzeitig wird in dieser, falls das Kuratorium es beschließt, eine Aufforderung zur Einsendung der in § 1, 1—3 bezeichneten Bewerbungen zu dem bestimmten Termin (§ 6) erlassen.

§ 8.

Änderungen des Statuts.

Änderungen des Zwecks dieser Stiftung, die sich tunlichst in der von dem Stifter gewiesenen Richtung bewegen sollen, sowie sonstige Änderungen vorstehender Satzungen sind nur durch absolute Majorität

aller ordentlichen Mitglieder der Akademie und mit Genehmigung des vorgeordneten Königlichen Ministeriums zulässig. Bei Lebzeiten des Stifters sind sie außerdem an seine Zustimmung gebunden.

§ 9.

Bezeichnung der Stiftung.

Die Akademie hat diese Stiftung angenommen und bestimmt, daß sie nach dem Tode des Stifters den Namen »de Groot-Stiftung« erhalten soll.

Die Genehmigung zur Annahme der Stiftung wurde auf Grund Allerhöchster Ermächtigung von dem Königlichen Staatsministerium unter dem 18. Dezember 1916 erteilt, und unter dem gleichen Datum das vorstehende Statut von dem Hrn. Minister der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten genehmigt.

Ausgegeben am 18. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



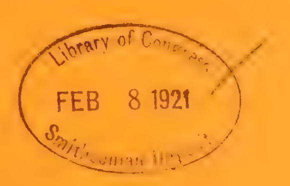
1917 II. III. IV

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 11, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. Haberlandt sprach: Über den Geotropismus einiger niederer Pflanzen.

Es werden einige Fälle besprochen, die lehren, daß die Statolithentheorie auch zur Erklärung des geotropischen Perzeptionsvorganges bei niederen Pflanzen herangezogen werden kann.

2. Hr. Engler überreichte die 5. Serie der mit Unterstützung der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung herausgegebenen Beiträge zur Flora von Papuasien (Leipzig 1916).

Ausgegeben am 1. Februar.



1917.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. F. W. K. Müller legte eine Arbeit vor, betitelt: Uigurica III. Avadāna-Reste. (Abh.)

Eine Anzahl offenbar zusammengehöriger uigurischer Textreste werden in Text und Übersetzung vorgelegt und besprochen. Ihre Zugehörigkeit zu der Kategorie der Legendenbücher Hien-yü-king oder Dsang-lun (»der Weise und der Tor«) wird nachgewiesen.

2. Hr. Heusler überreichte sein Werk: Deutscher und antiker Vers. der falsche Spondeus und angrenzende Fragen (Strassburg 1917).

Ausgegeben am 1. Februar.

1917.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrichs II.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Exzellenz! Hochansehnliche Versammlung!

Wenn heute nach hergebrachter Sitte die Akademie der Wissenschaften an ihrem Friedrichstage die Feier des Andenkens an ihren königlichen Erneuerer mit den ehrerbietigsten Segenswünschen für den neu beginnenden Lebensabschnitt ihres gegenwärtigen Allerhöchsten Schirmherrn verbindet. so muß die doppelte Bedeutung dieses Tages wie von selbst dazu führen, zunächst der in vieler Hinsicht wundersam in die Augen fallenden Beziehungen zu gedenken, welche die großen Ereignisse der beiden so weit auseinanderliegenden Zeitepochen schon einem flüchtig vergleichenden Blicke darbieten. Damals, wie heute, befand sich der Staat, dem die Akademie ihr Dasein verdankt, in einem hartnäckigen, jahrelang währenden Kampf um Sein oder Nichtsein gegen eine Welt von Feinden. Aber während einst der große König in eigener Person es war, der das Schwert führte zum Schutze des seiner Obhut anvertrauten jungen Staatswesens, ist heute das inzwischen mündig gewordene gesamte deutsche Volk selbst mit in den Kampf getreten, unter der Führung seines Kaisers, zu dem es sich niemals einmütiger, niemals aufrichtiger, niemals freudiger bekannt hat wie gerade in dieser Zeit der rücksichtslosen Lebensbejahung, welche die ganze Kraft der Nation in einen einzigen Brennpunkt zusammengedrängt hat. Denn das deutsche Volk weiß, um welchen Preis es in diesem Kampfe geht, der Krieg selbst hat ihm die Augen geöffnet, wie ein Sturmwind ist er in die Lande gebraust gekommen und hat mit dem unermeßlichen Elend und Herzeleid, das er schuf, zugleich auch die Schranken zerbrochen, welche die Menschen zur Sicherung der

Behaglichkeit ihres täglichen Lebens gegeneinander aufgerichtet hatten, und mit dem Riß so mancher drapierenden Hülle ist an vielen sonst verschleierten Dingen das Wesentliche ans Tageslicht getreten, hat sich das Echte vom Unechten getrennt, sowie sich das Edelmetall im alles verzehrenden Feuer von den anhaftenden Schlacken freimacht.

Freilich, in jenen Augusttagen bei Kriegsbeginn, als in der ersten Erregung des Augenblicks alle deutschen Herzen sich in Einem Schlage begegneten, da war es auch für den Lauen und Oberflächlichen noch leicht, sich von der gewaltigen nationalen Woge mit emporheben zu lassen zur Höhe der allgemeinen Begeisterung. Aber die Belastungsprobe ward mit der Zeit stärker. Mit Leib und Leben, mit Gut und Blut wurde bald jeder einzelne, auch die Zurückgebliebenen, Gelehrte und Ungelehrte, Männer und Frauen, hineingezogen in den allgemeinen Daseinskampf. Da war es niemand mehr verstattet, sich auf die Rolle eines bloßen Zuschauers zu beschränken, ein jeder sah sich schließlich gedrungen, Stellung zu nehmen zu den öffentlichen Fragen, und damit zugleich ein Bekenntnis seiner innersten Persönlichkeit, seines Charakters, seiner Lebensanschauungen abzulegen.

Und das deutsche Volk in seiner Gesamtheit hat die Prüfung bestanden. Indem es mit der Annahme des Gesetzes über den vaterländischen Hilfsdienst die höchste Leistung vollbrachte, deren ein Gemeinwesen überhaupt fähig ist, hat es auf sein Werk den Schlußstein gesetzt. Dabei brauchen wir uns die Freude an der Einmütigkeit dieses Beschlusses nicht trüben zu lassen durch das abweichende Verhalten einer Gruppe von Kurzsichtigen, die es auch in dieser schicksalsschweren Zeit nicht lassen können, mit dem Appell an die niedersten Instinkte der von ihnen umschmeichelten Volkskreise auf Kosten der Allgemeinheit nach einem Sondererfolg auszuspähen.

Deutschland hat diesen Krieg nicht gewollt, und als ihm derselbe in verhängnisvoller Stunde von einer Mehrzahl eifersüchtiger Feinde aufgedrungen worden war, hat es bei jeder Gelegenheit allen, die es hören wollen, seine Bereitschaft für einen gerechten Frieden kundgegeben, in voller Würdigung der damit verbundenen Gefahr, daß dies wiederholte Entgegenkommen von mißgünstiger Seite als willkommenes Anzeichen steigernder Mutlosigkeit gedeutet und ausgebeutet werden könnte. Aber unsere Feinde haben noch um die neue Jahreswende sogar die bloße Anregung zur Einleitung von Friedensverhandlungen nicht nur geradezu zurückgewiesen, sondern sie haben auch ihrer Erwiderung auf das ihnen in aller geziemenden Form übermittelte Angebot einen Ausdruck gegeben, durch dessen Wirkung, gewiß ganz gegen ihre Absicht, das gesamte deutsche Volk mit seinen Verbündeten womöglich noch fester als bisher in der Glut weithin flammender Ent-

rüstung zu einem Block zusammengeschmiedet ward. Immer noch scheinen sie es nicht verstehen zu wollen, daß in dem deutschen Gewissen das Gefühl der furchtbaren Verantwortung, das durch den Krieg geschaffene namenlose Menschenleid ohne zwingende Not ins Unabsehbare zu steigern, schwerer wiegt und stets schwerer wiegen wird als der Wunsch nach Betätigung des entschlossenen Willens zum Siege, eines Willens, der durch den bisherigen tatsächlichen Gang der Kriegsereignisse, dank den Leistungen unserer Helden draußen, nur bestärkt werden konnte. Während hingegen unsere Gegner, vertrauend auf ihre zahlenmäßige Überlegenheit, stets noch mit einem besonderen neu zu erwartenden Ereignis rechnen, das einen plötzlichen Umschwung in der ganzen Kriegslage herbeiführen soll, und nicht müde werden, in einstimmigem Chore sein sicheres Bevorstehen einer gläubigen Hörerschaft zu verkünden.

So steht Erwartung gegen Erwartung, Hoffnung gegen Hoffnung, Glaube gegen Glaube. Und doch kann nur einer von den beiden der wahre echte sein, während der andere seine Anhänger auf die Dauer unfehlbar ins Verderben führen muß. Welches ist denn aber, so drängt es zu fragen, da doch die Überzeugungen ganzer hochentwickelter Völker sich so schroff gegenüberstehen, das objektive Kennzeichen des rechten Glaubens? — Es gibt auch heute kein anderes als das, welches schon der Dichter uns durch den Mund des Weisen kundgemacht hat: dem rechten Glauben ist die geheime Zauberkraft eines edlen Talismans zu eigen. Nur dem wahrhaft Tüchtigen gehört die Zukunft. Das muß für jeden Fall unser Trost und unsere Zuversicht sein, und muß uns, einem jeden einzelnen, täglich und stündlich immer wieder aufs neue als Ansporn dienen, die Echtheit des uns von unseren Vätern als Erbe überkommenen Ringes durch die von ihm ausströmende Wunderkraft vor aller Welt ans Licht zu bringen. —

Die preußische Akademie der Wissenschaften hat sich in der ganzen zweihundertjährigen Zeit ihres Bestehens noch niemals so wie jetzt als Glied des Staatswesens gefühlt, dem sie angehört. Im Sinne ihrer Satzungen übt sie zweimal jährlich die Sitte, mit einer Sitzung unmittelbar vor die Öffentlichkeit zu treten. Wenn ihr der Leibniztag dazu Anregung gibt, die von ihrem geistigen Begründer angestrebten großen allgemeinen Ziele der Wissenschaft und das Maß ihrer gegenwärtigen Verwirklichung näher ins Auge zu fassen, so fordert im Gegensatz dazu der heutige Gedenktag auf, des festen heimatlichen Bodens zu gedenken, auf dem die Wissenschaft erwachsen ist und aus dem sie fortwährend neue Lebenskraft zieht. Denn es wäre verkehrt und einseitig, an der Wissenschaft nur die internationale Bedeutung anerkennen und schätzen zu wollen. Gleichwie ein Baum

seine Krone nicht dauernd ausbreiten und mit seinen Wipfeln immer weiteres Gelände beschatten kann, wenn er nicht mit seinen Wurzeln in einem sicheren Erdreich haftet, das ihm stets neue Säfte zuführt, so kann auch die internationale Wissenschaft niemals gedeihen ohne feste nationale Grundlagen.

Dies zeigt sich schon äußerlich in dem untrennbaren Zusammenhang, der stets besteht zwischen dem Inhalt der Forschung und der Persönlichkeit des Forschers. Lange bevor ein neuer wissenschaftlicher Gedanke als fertige Einheit hinaustritt in die Welt und in den Köpfen der Gelehrten aller Nationen immer weitere Kreise zieht, gehört er dem Ideenkreis eines einzelnen an, wenn auch anfangs in noch unentwickeltem Zustand und in geheimnisvoller Union mit oft ganz heterogenen Gedanken, mit denen zusammen er seine Form gewinnt je nach der individuellen Natur, Phantasie, Bildung, Sprache seines Besitzers; bis er sich allmählich von ihnen ablöst, um fortab als selbständige unpersönliche Kraft nach außenhin weiter zu wirken. Doch bewahrt er sich seine ursprünglichen Attribute zum Teil manchmal noch lange, nachdem er seine Zeugungsstätte verlassen. Man denke nur an die eigentümlich gefärbten und uns heute zum Teil ziemlich seltsam anmutenden Überlegungen, die Kepler seinen astronomischen Gesetzen, oder die Leibniz seiner Differentialrechnung ursprünglich mit auf den Weg gab. Daß ein- und derselbe wissenschaftliche Gedanke häufig gleichzeitig und in verschiedenen Formen an verschiedenen Stellen auftaucht, ändert natürlich nichts an dieser Tatsache.

Nun zeigt uns aber die geschichtliche Betrachtung, wie in der Kunst und in der Religion so auch nicht anders in der Wissenschaft, daß Persönlichkeiten von starker schöpferischer Eigenart in der Regel nur auf dem Boden einer starken Nationalität erwachsen, und daraus ist unmittelbar zu schließen, daß auch die reine abstrakte Wissenschaft auf die Dauer nicht fruchtbar gedeihen kann, wenn sie nicht fortwährend bereichert wird durch kräftige Zuflüsse von ausgeprägt nationalem Charakter.

Doch auch von allem Persönlichen abgesehen, ergibt sich die nationale Bedeutung einer jeden Wissenschaft ganz allgemein aus ihren Beziehungen zum praktischen Leben. Denn eine Wissenschaft, welche nicht, sei es auch durch eine noch so schwer übersehbare Kette von Gliedern, irgendwie mit dem Leben verknüpft ist, muß notwendig verkümmern und in mehr oder minder geistreiche Spielerei ausarten. Dieser Auffassung hat unsere Akademie von jeher Rechnung getragen und zu keiner Zeit mit größerem Nachdruck als der jetzigen. Daher ist auch gegenwärtig eine stattliche Anzahl ihrer Mitglieder, mit starker Einschränkung ihrer Berufstätigkeit, im Dienste des Vaterlandes an hervorragender Stelle tätig.

Aber auch die Akademie als Ganzes ist sich der Bedeutung ihrer Aufgaben für das allgemeine Wohl auch in dieser schweren Zeit bewußt geblieben. Nach wie vor glaubt sie durch die gewissenhafte Fortsetzung ihrer regelmäßigen wissenschaftlichen Arbeiten, von denen auch die heutige Sitzung einen Ausschnitt geben wird, ihrem Volk und ihrem Vaterland am meisten zu nützen. Denn sie huldigt dem Grundsatz, daß jeder Gewinn an reiner Erkenntnis auch einen Zuwachs an realer Macht bedeutet, und dementsprechend ist sie dauernd bemüht, die neugewonnenen Güter der Erkenntnis sozusagen auf Lager zu halten, damit sie zu gegebener Zeit sofort auch in der richtigen Weise zur praktischen Verwendung gelangen können. Diese Art der Tätigkeit hängt aufs engste mit dem zusammen, was auch unsere Feinde als einen Vorsprung der deutschen Eigenart anerkennen, wenn sie von einer besonderen Findigkeit oder von einer schnellen Anpassungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft sprechen.

Freilich: für solche in stiller Arbeit, oft an unscheinbarer Stelle, geschaffenen Werte gibt es keinen Tageskurs und kann es keinen geben. Denn wann und wo sie in bare Münze umgesetzt werden können, vermag niemand im voraus zu ahnen. Als im Februar 1888 Helmholtz hier in der Akademie die erste kleine Untersuchung seines Schülers Heinrich Hertz über die von diesem entdeckten drahtlosen elektromagnetischen Wellen vorlegte, konnte weder Helmholtz noch Hertz daran denken, daß noch vor dem Ablauf eines Menschenalters diese selben drahtlosen Wellen der deutschen Kriegsleitung die einzige Art von direkter Nachrichtenvermittlung in die Ferne ermöglichen würden. Wer aber vermöchte wohl zu beurteilen, wie es ohne die Arbeiten von Heinrich Hertz heute mit unserer Funkentelegraphie aussehen würde? Und wer vermöchte weiter zu beurteilen, wie es ohne die Funkentelegraphie heute mit unserer Kriegführung draußen aussehen würde? — Von niemandem ist die grundlegende Bedeutung der rein wissenschaftlichen Forschung für alle praktischen Fragen des Lebens häufiger und eindringlicher in Wort und Tat vor Augen geführt worden als von unserem ersten technischen Akademiker Werner von Siemens, dessen hundertjährige Gedenkfeier erst kürzlich sein Andenken bei uns wieder frisch hat erstehen lassen. Es gehört also keine besondere Prophetengabe dazu, um auch heute vorauszusagen, daß manches von dem, was jetzt ganz in der Stille hier geschaffen wird, dereinst, in naher oder fernerer Zukunft, auch nach außen weithin sichtbar seine leuchtenden Bahnen ziehen wird.

So verrichtet auch die Akademie der Wissenschaften gegenwärtig in gewissem Sinne eine Arbeit im Geiste des vaterländischen Hilfsdienstes, und daß diese Arbeit in dieser Weise von keiner anderen

Organisation und an keiner anderen Stelle des Landes geleistet werden kann, erfüllt sie mit freudiger Genugtuung, zugleich aber auch mit tiefgefühltem Dank dafür, daß sie durch die staatlichen Einrichtungen in den Stand gesetzt ist, auch ihrerseits nach ihrer Eigenart zum Wohle der Allgemeinheit beizutragen.

Hierauf berichtete Hr. von Waldeyer-Hartz über die

Anthropoidenstation auf Teneriffa.

Von den durch die Akademie der Wissenschaften verwalteten Stiftungen ist die Albert-Samson-Stiftung in der Lage gewesen, ungeachtet mancher durch die Kriegslage Europas bedingten Schwierigkeiten, ihre Hauptunternehmung, die Anthropoiden-Station auf Teneriffa, in ihrem Betrieb aufrechtzuerhalten und zu den ersten zur Veröffentlichung gelangenden wissenschaftlichen Ergebnissen zu bringen. Es sei mir gestattet, einen etwas eingehenderen Bericht darüber zu geben:

Der Leiter der Station, Privatdozent Dr. W. Koehler aus Frankfurt a. M., der sich nur auf kürzere Zeit verpflichtet hatte und dessen Zeit mit dem Ende des Jahres 1914 abgelaufen wäre, ist durch den bestehenden Krieg mit seiner Familie in Teneriffa zurückgehalten worden: eine Rückreise in die Heimat hätte ihn der Gefahr einer Gefangennahme ausgesetzt. Der um zwei Jahre verlängerte unfreiwillige Aufenthalt ist aber der Station sehr zugute gekommen, denn unter Dr. Koehlers umsichtiger Leitung ist sie in gutem Stande erhalten worden, und es konnten aus ihr die genannten wissenschaftlichen Arbeiten hervorgehen. Gern benutze ich diese Gelegenheit, um Hrn. Dr. Koehler namens des Kuratoriums der Albert-Samson-Stiftung und der Kgl. Akademie der Wissenschaften hier öffentlich zu danken.

Die Schwierigkeiten, unter denen die Station zu leiden hatte, lagen in der bedeutenden Preissteigerung aller zu beschaffenden Dinge und in dem Herabsinken der deutschen Valuta, so daß die bisherigen Mittel bei weitem nicht ausreichten. Glücklicherweise ist die Lage der Stiftung derart, daß sie den gesteigerten Anforderungen ohne Schwierigkeiten genügen konnte. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Verzögerung und Unsicherheit der Sendungen hinüber und herüber. Diese gebrauchen meist 4—5 Wochen, mitunter noch länger. Wir benutzen den Weg über Holland, aber auch durch die Schweiz. Insbesondere hat Hr. Prof. Dr. Ariens-Kappers in Amsterdam, Leiter des dortigen

Hirnforschungs-Instituts, die Güte gehabt, die Vermittelung zu übernehmen, wofür ich hier gleichfalls Dank abstatte. Auch Frau Prof. Selenka hat der Station ihr oft bezeugtes Interesse bewahrt. Hart empfunden wird vom Leiter der Station der Mangel an den nötigen literarischen Hilfsmitteln, deren regelmäßige Zusendung wegen der Zensur für Drucksachen erhebliche Verzögerungen mit sich bringt; auch sind einige Sendungen unterwegs in Verlust geraten.

Einer der Schimpansen ist im Laufe der Zeit verendet. Dafür ist aber ein höchst willkommener Ersatz angelangt durch die Güte der Königlichen Niederländischen Regierung, welche in ihren indischen Kolonien zwei junge Orangs einfangen ließ und sie kostenlos der Station zuführte. Es ist ja die Absicht, alle vier anthropoiden Arten, Schimpansen, Orangs, Gorillas und Gibbons, dazu auch einige niedere Affenarten, auf der Station zu vereinigen, um vergleichende Beobachtungen anzustellen. Die Königliche Niederländische Regierung hat mit den Orangs die zweite Anthropoidenart an Ort und Stelle gebracht. Namens der Akademie der Wissenschaften und des Stiftungskuratoriums beehre ich mich hier ebenfalls öffentlich zu danken. Leider ist das eine Orangexemplar, ein Männchen, welches — unleugbar wegen des infolge des Krieges erschwerten Transportes — schon erkrankt ankam, bald wieder eingegangen; das andere, ein Weibchen, gedeiht nach dem letzten Berichte Dr. Koehlers vortrefflich. Sehr bemerkenswert ist, daß sich schon erhebliche Unterschiede in dem tierpsychologischen Verhalten zwischen den Schimpansen und diesem Orang zeigen, mit deren näherer Prüfung jetzt vorgegangen wird. Daß wir Gorillas für die Station bekommen, ist, solange der Krieg währt, leider ausgeschlossen, da deren Heimat, insbesondere auch unsere Kolonie Kamerun, in Feindeshänden ist.

Die seit meinem letzten eingehenderen Berichte erschienenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen sind, außer der von dem ersten Leiter der Station, Hrn. Teuber, und dem zu unserm großen Bedauern so früh verschiedenen Prof. Dr. Rothmann — der den Plan zur Anstalt gefaßt und zur Ausführung gebracht hat — gegebenen Darlegung von der Einrichtung der Station, drei Abhandlungen des Dr. W. Koehler, von denen die erste 1915 in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften im Druck erschienen ist. Dr. Koehler erfreute sich dabei der tätigen Mitarbeit seiner Gattin und des Hrn. Uibe, der mit einer anderen wissenschaftlichen Expedition nach Teneriffa entsendet war und gleichfalls durch den Krieg dort festgehalten wird. Sie behandelt die Frage, ob die von uns gesehenen Objekte, die sogenannten Sehdinge, im Raume, nach Größe und Färbung von den Schimpansen genau so wahrgenommen werden wie von den Menschen. Das

Raumsehen anlangend, so begünstigt die Stellung des Doppelauges beim Menschen, bei dessen Sehen sich die beiden Gesichtsfelder teilweise decken, das plastische Sehen im Raume. Einäugige haben dagegen gewisse Schwierigkeiten beim Raumsehen. So wird es ihnen z. B. schwerer als dem mit beiden Augen Sehenden, eine Nadel einzufädeln oder aus einer Flasche etwas in ein enges Glas richtig zu gießen. Es wurde nun das Sehen bei einem Schimpansen mit dessen beiden Augen und bei einem verdeckten Auge geprüft. Was das Größensehen anlangt, so müßten wir, wenn ein Gegenstand unserm Auge näherkommt, ihn, nach der Zunahme des Netzhautbildes zu urteilen, viel mehr vergrößert erblicken, als es in der Tat der Fall ist. Einen Menschen, den wir in 8 Meter Entfernung sehen, müßten wir, wenn er sich uns bis auf 2 Meter näherte, viermal so groß in Länge und Breite heranwachsen sehen. Die Größe des Netzhautbildes beeinflußt aber unser Urteil nicht in dem Maße. Es besteht noch keine gesicherte Meinung darüber, wie das komme. Was das Farbensehen anlangt, so vernachlässigt unser Auge auch den Effekt geringer und intensiver Beleuchtung bei den sogenannten tonfreien Oberflächenfarben: Schwarz, Grau und Weiß. Es hat sich nun bei einer großen Reihe trefflich ausgesonnener Versuche herausgestellt, daß der Schimpanse nach allen drei Gesichtswahrnehmungen hin ebenso sehen muß wie wir. In bezug auf die Farbenempfindung wurden gleiche Versuche auch mit einem Haushuhn angestellt: sie führten zu demselben Ergebnisse. Man darf daraus schließen, daß das Sehen der sogenannten Oberflächenfarben wenigstens bei den höheren Wirbeltieren in gleicher Art erfolgt.

Die beiden jüngst eingegangenen Arbeiten betreffen eine Verteidigung der Farbenempfindungsergebnisse, deren Beweiskraft angezweifelt worden war, und einen Bericht über Intelligenzprüfungen bei den Schimpansen. Beide Arbeiten sind im Druck befindlich: die Ergebnisse werden später besprochen werden.

Es mag schließlich hervorgehoben sein, daß man jetzt in den Vereinigten Staaten von Nordamerika nach unserem Vorgange eine ähnliche Beobachtungsstation eingerichtet hat. Dr. Yerkes, der Leiter der amerikanischen Anstalt, ersuchte um einen Schriftentausch, der ja der Sache nur förderlich sein kann. Ihm sind die beiden im Druck erschienenen Arbeiten von Rothmann-Teuber und von Dr. Koehler zugesendet worden.

Alsdann erstattete Hr. Hirschfeld seinen Bericht über die »Sammlung der lateinischen Inschriften«.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Die Herstellung einer Sammlung der lateinischen Inschriften der Römerzeit ist, wenn auch nicht die älteste, so doch neben der Ausgabe der griechischen christlichen Schriftsteller die umfangreichste Unternehmung unserer Akademie auf dem philologisch-historischen Gebiet. Schon Joseph Justus Scaliger hatte diesen Gedanken gehegt und der Verwirklichung desselben seine Kraft geweiht: er hat es nicht verschmäht, die mühsame Herstellung der für seine Zeit vorzüglichen Indizes zu der auf sein Betreiben hergestellten Inschriftensammlung des Heidelberger Professors Janus Gruter selbst auszuführen. Dem Werke Gruters sind zahlreiche viel unvollkommenere Sammlungen gefolgt, die sämtlich mit ihren Versuchen an der Größe und Schwierigkeit der Aufgabe gescheitert sind.

Unserer Akademie gebührt das Verdienst, eine Sammlung der griechischen Inschriften zum erstenmal unternommen und sie unter der Leitung ihres Mitgliedes August Böckh zur Ausführung gebracht zu haben. So bedeutsam und umfassend diese Leistung auch war, so kann sie doch keineswegs als eine abschließende bezeichnet werden: vor allem fehlte ihr die sichere Fundamentierung, die nur durch die Vergleichung der Originale erreichbar gewesen wäre und die durch keine Gelehrsamkeit und durch keinen Scharfsinn ersetzt werden kann.

Die Geschichte des Corpus inscriptionum Graecarum ist von dieser Stelle aus am Friedrichstage 1914 von berufenster Seite geschildert worden: es wird genügen, auf die dort gegebene Darstellung zu verweisen.

Die Absicht, ein Corpus der lateinischen Inschriften dem griechischen an die Seite zu stellen, ist dagegen damals nicht zur Ausführung gelangt: die begonnene Sammlung ist in den unzureichenden und zum Teil unzweckmäßig angelegten Vorarbeiten steckengeblieben. Erst Theodor Mommsen war es vorbehalten, die Herstellung des Corpus inscriptionum Latinarum mit seinem Namen unauflöslich zu verbinden. Unter seinen fast über menschliche Kraft hinausreichenden Arbeiten wird dieses Werk sicherlich dauernd die erste Stelle einnehmen. Die schweren Kämpfe, die Mommsen dabei in unserer Akademie zu bestehen hatte und die er, unterstützt von Eduard Gerhard und Moritz Haupt, siegreich durchgefochten hat, habe ich vor 13 Jahren am Leibniztage in der Gedächtnisrede auf Mommsen zu schildern versucht. Jetzt liegt das gewaltige Werk, das Mommsen mit seinen treuen Genossen

Wilhelm Henzen und Gian Battista de Rossi, zu denen sich im Laufe der Arbeit jüngere Kräfte gesellten, fast vollendet vor. Als erster Band erschienen bereits im Jahr 1863, also vor mehr als einem halben Jahrhundert, die von Mommsen bearbeiteten Inschriften aus der Zeit der römischen Republik bis auf Cäsars Tod, daran anschließend die antiken Verzeichnisse der Konsuln, deren Redaktion Henzen übernommen hatte, und der römische Festkalender, den Mommsen mit einem meisterhaften Kommentar versehen hat. Es folgten im Jahre 1869 die Inschriften von Spanien in Emil Huebners Bearbeitung; 4 Jahre später konnte Mommsen die lateinischen Inschriften der griechisch-orientalischen Reichshälfte und der Donauprovinzen zum Abschluß bringen, denen das Monumentum Ancyranum, das Diocletianische Edict über die Höchstpreise, die Militärdiplome und die in Siebenbürgen gefundenen Wachstafeln angeschlossen waren. Es folgten Bd. V (Oberitalien), Bd. IX und X, die Inschriften von Süditalien, in Mommsens Bearbeitung, letztere (Bd. IX und X) eine Neubearbeitung und Erweiterung seines ersten großen Inschriftwerkes, der Inscriptiones regni Neapolitani; auf wiederholten beschwerlichen und nicht ungefährlichen Reisen hatte er dazu das Material zusammengetragen und von massenhaften Fälschungen gereinigt. Im Jahre 1876 konnte endlich der erste Band der Inschriften der Stadt Rom erscheinen, ein Werk langjähriger, nie nachlassender Arbeit, das Wilhelm Henzen, der Sekretar des Deutschen Archäologischen Instituts in Rom, mit voller Hingebung auf seine Schultern genommen hatte. Unter den zahlreichen Helfern an diesem Werk, deren er in der Vorrede dankbar gedenkt, sind besonders zwei, die Henzen auch als Mitherausgeber auf dem Titelblatt nennt: Gian Battista de Rossi und Eugen Bormann. Aber als der eigentliche Spiritus rector des ganzen Werks erscheint Theodor Mommsen, wenn dieser auch nicht gestattet hatte, daß sein Name auf dem Titel genannt werde.

Einige Teile des Werks, das Heinrich Kiepert mit vorzüglichen Karten geschmückt hat, sind bereits durch Supplementbände ergänzt; der erste Band: die Inschriften der Republik, ist in zweiter neubearbeiteter Auflage zum größten Teil fertiggestellt. Natürlich ist ein definitiver Abschluß dieser Sammlung bei dem täglich neu zuströmenden Material überhaupt nicht möglich; aber Mommsen hatte durch die Schaffung der Ephemeris epigraphica »Corporis inscriptionum Latinarum Supplementum« sofort dafür gesorgt, daß die neuen Funde bis zum Erscheinen der Supplementbände gesammelt und nutzbar gemacht werden konnten.

Die Notwendigkeit einer geographischen Anordnung der Inschriftsammlung, im Gegensatz zu der vor ihm befolgten Abgrenzung

nach sachlichen Gesichtspunkten, hatte Mommsen bereits in den früher von ihm herausgegebenen Sammlungen klar erkannt und zur Durchführung gebracht. Nur der erste Band, der die Inschriften der römischen Republik enthält, nimmt eine Sonderstellung in dieser Hinsicht ein, in den übrigen herrscht durchaus die geographische Ordnung. Denn sie allein ermöglicht es, daß die Eigentümlichkeiten des Landes und seiner Bewohner sich scharf in den Inschriften widerspiegeln und gegenseitig aufeinander Licht verbreiten. In dieser geographischen Anordnung liegt vielleicht der bedeutsamste Unterschied von den nach sachlichen Gesichtspunkten angelegten älteren Sammlungen.

Das so geschaffene Werk mußte, um überhaupt durchführbar zu sein, notwendig als internationales ins Leben gerufen werden, an dem die Vertreter aller Kulturnationen, die auf römischem Boden sich heimisch gemacht haben, mitarbeiten mußten. Wie hoch Mommsen besonders die Mitwirkung des Römers Gian Battista de Rossi angeschlagen hat, hat er selbst, nicht lange vor seinem Tode, ausgesprochen: »ohne seine tatkräftige und neidlose Unterstützung«, sagt er im Jahre 1902 (Hermes 37, 1902, S. 445, Anm. 2), »wäre das deutsche Corpus inscriptionum Latinarum sicherlich nicht zustande gekommen, und seine Inscriptiones christianae urbis Romae sind von ihm gedacht als ein integrirender Theil desselben«. Heute fragt man mit schmerzlicher Bangigkeit, ob und wann es möglich sein wird, die von Mommsen so geschickt geschürzten Fäden, die durch den Weltkrieg zerrissen sind, zu gemeinsamer Friedensarbeit wieder anzuknüpfen. Aber das von Mommsen für unsere Akademie geschaffene Corpus inscriptionum Latinarum wird nicht vergehen, und es wird für alle Zeiten einer der schönsten Ruhmestitel der Berliner Akademie bleiben.

Am 30. November werden es 100 Jahre, daß Theodor Mommsen das Licht der Welt erblickte. Nur wenigen Forschern ist es beschieden gewesen, auch nach ihrem Tode so lebensvoll als Führer und Wegweiser fortzuwirken. So lange unsere Akademie bestehen wird, so lange wird sie ihrem großen Genossen ein dankbares Andenken bewahren.

Beilage.

Verzeichnis der erschienenen und in Vorbereitung befindlichen Bände des Corpus inscriptionum Latinarum.

Bd. I: Inscriptiones Latinae antiquissimae, herausgegeben von Mommsen; darin die Fasti consulares in der Bearbeitung von Henzen. 1863. — Die zweite Auflage der Fasti der Konsuln und des Kalenders, nebst den Elogia clarorum virorum, ist unter Mitwirkung von Christian Hülsen von Mommsen und Henzen im Jahre 1893 herausgegeben worden.

Die Neubearbeitung der Inschriften aus der Zeit der Republik ist von Lommatzsch großenteils zum Abschluß gebracht.

Bd. II: Inscriptiones Hispaniae Latinae, herausgegeben von Emil Huebner 1869, mit einem Supplementband von ihm versehen im Jahre 1892.

Bd. III: Inscriptiones Asiae, provinciarum Europae Graecarum, Illyrici Latinae, herausgegeben von Mommsen im Jahre 1873 in zwei Bänden. Ein Supplementband herausgegeben von Mommsen, Hirschfeld, v. Domaszewski 1902.

Bd. IV: Inscriptiones parietariae Pompeianae Herculanenses Stabianae, herausgegeben von Carl Zangemeister 1871: die in diesen Städten gefundenen Gefäßinschriften sind von Richard Schöne darin bearbeitet. Ein Supplementband erschien im Jahre 1909 in der Bearbeitung von August Mau.

Bd. V: Inscriptiones Galliae Cisalpinae, bearbeitet von Mommsen 1872 und 1877 in 2 Bänden.

Bd. VI: Inscriptiones urbis Romae Latinae, collegerunt Guilelmus Henzen et Johannes Baptista de Rossi, ediderunt Eugenius Bormann et Guilelmus Henzen. Pars prima 1876, secunda 1882, tertia 1886, quarta t. I (edidit Christianus Huelsen) 1894, t. II (Additamenta collegit et edidit Christianus Huelsen) 1902, quinta (falsae) 1885. Die Indices (pars sexta) sind im Druck.

Bd. VII: Inscriptiones Britanniae ed. Emil Huebner 1873.

Bd. VIII: Inscriptiones Africae Latinae collegit G. Wilmanns, ed. 1881: Supplementi pars prima 1891, secunda 1894, tertia 1904 (ed. Johannes Schmidt, Renatus Cagnat, Hermannus Dessau): pars quarta 1916.

Bd. IX: Inscriptiones Calabriae, Samnii, Sabinorum, Piceni ed. Th. Mommsen 1883.

Bd. X (in zwei Teilen): Inscriptiones Bruttiorum, Lucaniae, Campaniae, Siciliae, Sardiniae ed. Th. Mommsen 1883.

Bd. XI: Inscriptiones Aemiliae, Etruriae, Umbriae ed. Eugenius Bormann. Pars prior 1888, posterioris fasc. I 1901.

Bd. XII: Inscriptiones Galliae Narbonensis ed. O. Hirschfeld 1888.

Bd. XIII: Inscriptiones trium Galliarum et Germaniarum ed. O. Hirschfeld et Carolus Zangemeister, nach seinem Tode A. von Domaszewski: erschienen sind pars I. II. III (das Instrumentum in Bearbeitung von O. Bohn, die Augenarztstempel von Emil Espérandieu). IV (Nachträge zu pars I. II).

Bd. XIV: Inscriptiones Latii veteris ed. H. Dessau 1887.

Bd. XV: Instrumentum domesticum urbis Romae ed. H. Dressel. Bd. I 1891, Bd. II 1899.

Von der Ephemeris epigraphica sind bisher neun Bände in den Jahren 1872—1913 erschienen.

Zum Schlusse hielt Hr. Rubens den wissenschaftlichen Festvortrag:

Das ultrarote Spektrum und seine Bedeutung für die Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie.

Der ehrenvolle Auftrag unserer Akademie macht es mir zur Pflicht, in der heutigen Festsitzung über ein meinem wissenschaftlichen Fachgebiet angehöriges Thema zu sprechen. Ich kann nicht leugnen, daß ich mit einer gewissen Bangigkeit an die Erfüllung dieser Aufgabe herangetreten bin; denn unsere moderne, vorwiegend auf humanistischer Grundlage ruhende Bildung gestattet uns wohl, auch einem schwierigeren Gedankengange in dem Bereiche der geisteswissenschaftlichen Fächer zu folgen, liefert uns aber im allgemeinen nicht das Rüstzeug, den Fachmann in fernab liegende Gebiete der exakten Naturwissenschaften zu begleiten. Schon die Sprache, in welcher hier geredet wird, ist eine wesentlich andere, als wir sie im gewöhnlichen Leben, in der schönen Literatur und in den Geisteswissenschaften zu hören gewöhnt sind. Ich denke dabei weniger an die mathematische Form der Ausdrucksweise, welche vielleicht noch entbehrt werden könnte, sondern vielmehr an die Fülle der Fachausdrücke, welche für die Exaktheit der Darstellung unvermeidlich sind und von dem Hörer häufig ohne Erläuterung hingenommen werden müssen, wenn der Gesamtinhalt des Dargebotenen nicht durch weitschweifige Erklärungen elementarster Art beeinträchtigt werden soll. Bei dem besten Willen bleibt dem Physiker zwischen Verständlichkeit und Korrektheit der Darstellung bisweilen nur die bange Wahl. Ich muß daher gleich zu Anfang um Ihre Nachsicht bitten, wenn es mir nicht immer gelingen sollte, ganz verständlich zu sein; aber ich hoffe, daß dieser Fall selten eintreten wird, denn das von mir gewählte Thema macht mir die Aufgabe leicht.

Ich beabsichtige, Ihnen heute von gewissen optischen Untersuchungen zu berichten, welche zu einer beträchtlichen Erweiterung des bekannten Spektrums geführt und gleichzeitig dazu beigetragen haben.

unsere Überzeugung von der elektromagnetischen Natur des Lichts zu befestigen. Bevor ich indessen auf den Inhalt dieser Arbeiten eingehe, von welchen die Mehrzahl in dem Berliner Laboratorium ausgeführt worden ist, muß ich einiges über unsere Vorstellung von dem Wesen des Lichts und der Strahlung überhaupt vorausschicken.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das Auge unter unseren sämtlichen Sinnesorganen uns die weitgehendsten Aufschlüsse über die uns umgebende Außenwelt liefert. Die Frage nach der Wirksamkeit des Auges und die damit in Zusammenhang stehende, nach dem Wesen des Lichts gehört daher zu den ältesten Problemen der Kulturgeschichte. Die Festlegung der ersten Grundtatsachen vollzog sich in einem Zeitraum, welcher sich über viele Jahrhunderte erstreckt. Man erkannte die geradlinige Bahn des Lichts und stellte fest, daß nicht das Auge bei der Lichtempfindung, wie man ursprünglich angenommen hatte, den Ausgangspunkt eines Strahlenphänomens bildet, sondern daß es umgekehrt die leuchtenden oder beleuchteten Gegenstände sind, welche Strahlen aussenden. Im Anschluß an diese Vorstellungsweise begründete Gassendi im 17. Jahrhundert die Emissionshypothese, nach welcher von den leuchtenden Punkten nach allen Richtungen Lichtatome mit großer Geschwindigkeit auf geradliniger Bahn fortgeschleudert werden und, sobald sie das Auge treffen, die Empfindung des Sehens hervorrufen. Diese Theorie, welche die geradlinige Ausbreitung des Lichtes als Postulat enthält und wohl imstande war, die damals bekannten optischen Erscheinungen zu erklären, ist bekanntlich auch von Newton angenommen worden. Sie mußte aber im Laufe der Zeit einer anderen Vorstellungsweise weichen, welche wir in etwas veränderter Gestalt auch heute noch als richtig anerkennen, nämlich der Undulationstheorie des Lichtes. Nach dieser Hypothese in ihrer ursprünglichen Form pflanzt sich das Licht als elastische Wellenbewegung in einem den gesamten Raum erfüllenden hypothetischen Medium fort. Wenn auch die Undulationstheorie des Lichtes älteren Ursprungs ist, so muß doch Huygens als ihr wahrer Begründer gelten, denn ihm gelang zuerst der Nachweis, daß diese Vorstellungsweise ebensogut wie die Emissionstheorie die Grundtatsachen der Optik, in erster Linie die geradlinige Ausbreitung, Reflexion und Brechung des Lichts erklärt. Die endgültige Entscheidung zwischen beiden Theorien wurde jedoch erst viel später durch Thomas Young und Fresnel herbeigeführt.

In der von Huygens gegebenen Form hat die Undulationstheorie des Lichts durch fast zwei Jahrhunderte bestanden und ihre Daseinsberechtigung dadurch erwiesen, daß sie nicht nur das mächtig anwachsende Tatsachenmaterial rechnerisch in befriedigender Weise

darzustellen vermochte, sondern auch leitende Gesichtspunkte für neue Entdeckungen lieferte. Indessen zwang die Undulationstheorie in ihrer ursprünglichen Form ihre Bekenner an einer wichtigen Stelle zu einem unzweideutigen Opfer des Verstandes. Denn sie war genötigt, den allen Raum erfüllenden Äther nach seiner mechanischen Konstitution als festen Körper zu behandeln, um die transversale Natur der Lichtschwingungen zu erklären, während doch die Planeten bei ihrer Bewegung durch diesen nämlichen Äther keinen meßbaren Widerstand erfahren. Diese Unstimmigkeit war einer der Gründe für die ablehnende Haltung, welche NEWTON gegenüber der Undulationstheorie an den Tag legte. Erst durch die Einführung der elektromagnetischen Lichttheorie MAXWELLS an Stelle der älteren elastisch-optischen Lichthypothese wurde die Undulationstheorie des Lichtes von jenem eklatanten Widerspruche befreit.

Nach MAXWELLS Auffassung ist das Licht, ebenso wie die unsichtbare Wärmestrahlung ein elektromagnetischer Vorgang. Was MAXWELL ursprünglich zu dieser Auffassung führte, war die damals allgemein empfundene Notwendigkeit, sowohl in der Elektrizitätslehre wie in der Optik zur Erklärung der Tatsachen ein den Raum erfüllendes Medium anzunehmen. Er sagte sich nun, es sei philosophisch nicht zu rechtfertigen, wolle man jedesmal, wenn es ein neues Gebiet von Erscheinungen zu erklären gilt, den Raum mit einem neuen Medium füllen. Ist aber die Identität des elektromagnetischen und des optischen Äthers erst einmal ausgesprochen, so liegt es nahe, das Licht als eine elektromagnetische Erscheinung aufzufassen.

Zur experimentellen Begründung seiner Theorie konnte MAXWELL nur ein geringes Beobachtungsmaterial beibringen. Darunter aber befand sich eine Tatsache von großer Wichtigkeit. Nach den zuverlässigsten damals vorliegenden Messungen war die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer und magnetischer Wirkungen im freien Raume in Übereinstimmung gefunden worden, was einer fundamentalen Forderung seiner Theorie entsprach. Dagegen schien sich seine Theorie weniger gut zu bestätigen, sofern es sich um das optische und elektrische Verhalten der ponderabeln Körper handelte, ja, hier schien sie zu direkten Widersprüchen mit den beobachteten Tatsachen zu führen. So kam es, daß die MAXWELLsche Theorie trotz ihrer inneren Klarheit und Konsequenz in den ersten Jahrzehnten ihres Bestehens außerhalb Englands wenig beachtet wurde. Erst HEINRICH HERTZ, dem genialen, leider so jung verstorbenen deutschen Forscher ist es gelungen, die elektromagnetische Lichttheorie aus ihrem Schattendasein zu befreien, indem er sie durch eine Reihe glänzender Ex-

perimente sicher begründete und ihr dadurch die allgemeine Anerkennung verschaffte.

Der den Hertzschen Versuchen zugrunde liegende Gedanke war von wunderbarer Einfachheit. Er sagte sich: Sind die Lichtschwingungen elektromagnetischer Natur, so muß eine Lichtquelle ein Körper sein, welcher elektromagnetische Wellen aussendet, also selbst elektromagnetische Schwingungen ausführt. Hertz versuchte nun eine Nachahmung einer Lichtquelle auf rein elektromagnetischem Wege zu schaffen, indem er ein Leitersystem zu schnellen elektrischen Schwingungen anregte. Es ging dann in der Tat von diesem Leitersystem eine elektromagnetische Strahlung aus, welche zwar nicht von dem Auge wahrgenommen, aber durch mannigfache Mittel nachgewiesen werden konnte, und welche sich in ihren wichtigsten Eigenschaften ebenso verhielt, wie die Licht- und Wärmestrahlen des gewöhnlichen optischen Spektrums. Es gelang Hertz, die Reflexion, Brechung, Interferenz und Polarisation seiner »Strahlen elektrischer Kraft«, wie er sie nannte, zu beobachten und den Nachweis zu liefern, daß es sich um transversale Schwingungen handelte.

Trotz der hohen Beweiskraft seiner Versuche hat Hertz nicht daran gezweifelt, daß die Maxwellsche Theorie noch einer weiteren experimentellen Begründung bedürfe. In seinem berühmten Vortrage über Licht und Elektrizität, welchen er im Jahre 1889 auf der Heidelberger Naturforscherversammlung hielt, verglich er die elektromagnetische Lichttheorie mit einem Gewölbe, welches eine Kluft unbekannter Dinge überspannt. »Alles, was man lange Zeit zur Kräftigung dieses Gewölbes zu tun vermochte«, so führte er aus, »bestand darin, daß man die beiden Widerlager verstärkte. Das Gewölbe ward dadurch in den Stand gesetzt, sich selber dauernd zu tragen, aber es hatte doch eine zu große Spannweite, als daß man es hätte wagen dürfen, auf ihm als sicherer Grundlage nun weiter in die Höhe zu bauen. Hierzu waren besondere Hauptpfeiler notwendig, welche vom festen Boden aus aufgemauert, die Mitte des Gewölbes faßten. Einem solchen Pfeiler wäre der Nachweis zu vergleichen gewesen, daß wir aus dem Lichte unmittelbar elektrische oder magnetische Wirkungen erhalten können. Dieser Pfeiler hätte unmittelbar dem optischen, mittelbar dem elektrischen Teile des Gebäudes Sicherheit verliehen. Ein anderer Pfeiler wäre der Nachweis gewesen, daß es Wellen elektrischer oder magnetischer Kraft gibt, welche sich nach Art der Lichtwellen ausbreiten können. Dieser Pfeiler hätte umgekehrt unmittelbar den elektrischen, mittelbar den optischen Teil gestützt. Eine harmonische Vollendung des Gebäudes wird den Aufbau beider Pfeiler erfordern, für das erste Bedürfnis aber genügt einer

von ihnen. Der erstgenannte hat noch nicht in Angriff genommen werden können; für den letztgenannten aber ist es nach langem Suchen endlich geglückt, einen sicheren Stützpunkt zu finden: das Fundament ist in genügender Breite gelegt; ein Teil des Pfeilers steht schon aufgemauert da, und unter der Arbeit vieler hilfreicher Hände wird er bald die Decke des Gewölbes erreichen.«

Auch heute ist dieser erste Pfeiler, von welchem Hertz spricht, noch nicht vollständig errichtet. Zwar kennen wir eine ganze Reihe von Wechselwirkungen des Lichts und der elektrischen und magnetischen Kräfte, wie die von Faraday entdeckte elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene, ferner die sogenannte lichtelektrische Wirkung, deren Auffindung wir in erster Linie wiederum Heinrich Hertz verdanken, weiterhin den Zeemaneffekt sowie den von Hrn. Johannes Stark gefundenen Einfluß elektrischer Felder auf die Struktur der Spektrallinien. Auch sind wir imstande, diese Erscheinungen an der Hand der Vorstellungsweise, welche wir uns über den Aufbau der Atome gebildet haben, mit Hilfe der elektromagnetischen Lichttheorie zu deuten. Aber das Tatsachenmaterial, so reichhaltig es auch erscheinen mag, ist dennoch zu geringfügig, um bei der großen Zahl der notwendigen Hilfshypothesen die volle Sicherheit der Schlüsse zu gewährleisten. Es ist deshalb von Wichtigkeit, daß der Bau dieses von der optischen Seite zu errichtenden Stützpfeilers auf einem ganz anderen Wege hat gefördert werden können, welcher jene Hilfshypothesen umgeht. Diese Möglichkeit ist durch die Erforschung des ultraroten Spektrums eröffnet worden.

Unsere erste Kenntnis von dem ultraroten Spektrum verdanken wir einem Deutschen, Friedrich Wilhelm Herschel, einem merkwürdigen Manne, der 1757 als Hannöverscher Hoboist mit seinem Regiment nach London kam, sich nach mannigfachen Schicksalen der Astronomie zuwandte, den Uranus entdeckte und einer der größten Physiker und Astronomen Englands wurde. Im Jahre 1800 stellte er folgenden wichtigen Versuch an: er entwarf mit einem Glasprisma ein Sonnenspektrum und untersuchte mit Hilfe eines geschwärzten Thermometers die Wärmewirkung der verschiedenfarbigen Strahlen. Dabei ergab sich, daß diese Wirkung im Blau äußerst gering war, daß sie aber nach dem roten Ende des Spektrums zunahm und noch weiter gesteigert wurde, wenn er das Thermometer in den dunkeln Raum jenseits des Rot brachte, welcher nicht mehr von dem Lichte getroffen wird. Damit war das Vorhandensein einer unsichtbaren Strahlung nachgewiesen, welche sich von dem roten Lichte durch ihre Brechbarkeit ebenso unterscheidet wie das Rot von dem Grün und dieses wiederum von dem Violett. Erst viel später erkannte

man, daß man diese unsichtbare Strahlung schon unzählige Male beobachtet hatte, und daß es sich nur um die dunkle Wärmestrahlung handelte, welche von jedem heißen Körper, z. B. von einem warmen Ofen, ausgesandt wird. Es würde hier zu weit führen, die verschlungenen Pfade zu verfolgen, welche zu der Überzeugung geführt haben, daß die Lichtstrahlen und Wärmestrahlen völlig wesensgleich sind, und zwar derart, daß die Lichtstrahlen nichts anderes sind als sichtbare Wärmestrahlen.

Auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Farbe und Schwingungszahl des Lichts hat Euler im Jahre 1745 bereits hingewiesen, und diese Vermutung ist in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts durch Thomas Young und Fresnel bestätigt werden. Sie fanden, daß von den sichtbaren Strahlen das violette Licht die kürzesten, das rote Licht die längsten Wellen besitzt. Noch größere Wellenlängen aber hatte man für die ultraroten Strahlen anzunehmen, wenn man ihre spektrale Lage berücksichtigt.

Die ersten exakten Messungen der Wellenlänge im ultraroten Spektrum sind von dem Amerikaner S. P. Langley im Jahre 1886 ausgeführt worden. Ihm gebührt das Verdienst, wichtige experimentelle Hilfsmittel geschaffen zu haben, welche für derartige Versuche notwendig sind. In erster Linie handelte es sich um die Konstruktion eines empfindlichen Meßinstruments, welches an Stelle des Auges diese unsichtbare Strahlung wahrzunehmen vermag; ferner um geeignete Abänderung der in der Optik gebrauchten Spektrometer, aus welchen er die für langwelligere Wärmestrahlen undurchlässigen Glasteile entfernte und durch Steinsalz ersetzte, dessen weitgehende Durchlässigkeit für Wärmestrahlen von Melloni erkannt worden war. Mit diesen Apparaten ist es Langley gelungen, unter Anwendung eines Beugungsgitters die Messung der Wellenlänge im ultraroten Spektrum bis 5.3 μ (0.0053 mm), das ist bis zur neunfachen Wellenlänge des gelben Natriumlichts durchzuführen. Auch jenseits dieses Spektralgebiets konnte Langley mit Hilfe seiner empfindlichen Instrumente noch Strahlung nachweisen, aber sie war zu schwach, um die Messung der Wellenlänge zu gestatten. Mit weiter verbesserten Hilfsmitteln gelang es Hrn. F. Paschen im Jahre 1894, die Wellenlängenmessung in einem ultraroten Spektrum, welches von einem Flußspatprisma entworfen wurde, bis zur Wellenlänge 9.3 μ fortzusetzen, und drei Jahre später habe ich in Gemeinschaft mit den HH. A. Trowbridge und E. F. Nichols unter Verwendung spitzwinkeliger Prismen aus Steinsalz und Sylvin derartige Messungen bis 23 μ, das ist bis zur 40fachen Wellenlänge des gelben Natriumlichts, ausführen können. Einem weiteren Vordringen im prismatischen Spektrum wurde jedoch hier durch die

Absorption der Prismensubstanz eine Grenze gesetzt, welche auch heute noch nicht überschritten werden kann. Zwar hat sich das Anwendungsgebiet der spektrometrischen Methode durch Benutzung eines Beugungsgitters an Stelle eines Prismas in neuester Zeit bis etwa 35 μ erweitern lassen; aber auch dieses Resultat ist insofern noch nicht befriedigend, als in der Gesamtemission eines jeden heißen Körpers Strahlen in merklichem Betrage vorhanden sind, welche noch außerhalb jenes Spektralbereichs liegen und daher durch die spektrometrische Methode nicht isoliert und beobachtet werden können. Die Untersuchung eben dieser Strahlen von großer Wellenlänge bietet aber, wie wir sehen werden, ganz besonderes Interesse. Zu ihrer Aussonderung hat sich ein Verfahren als nützlich erwiesen, welches auf folgender Überlegung beruht:

Unsere Vorstellung von dem Aufbau der Materie läßt uns voraussehen, daß die Körper, so durchsichtig sie auch für Lichtstrahlen sein mögen, wie etwa Steinsalz oder Sylvin, dennoch an einigen Stellen des Spektrums starke Absorption besitzen müssen. Diese Stellen sind dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungsdauer der einfallenden Strahlung mit der Eigenperiode jener schwingungsfähigen Gebilde übereinstimmt, aus welchen sich nach unserer heutigen Auffassung die Materie zusammensetzt. Bei den regulären Kristallen mit einatomigem Raumgitter ist im Ultrarot nur eine derartige Resonanzstelle vorhanden, während bei Kristallen mit komplizierterer Struktur deren mehrere zu erwarten sind. Die spektrale Lage dieser Absorptionsstreifen hat man aus gewissen optischen Messungen berechnet mit dem Ergebnis, daß jene Resonanzstellen bei den obengenannten Kristallen erst in dem Gebiete der äußerst langwelligen ultraroten Strahlen zu erwarten sind, welche jenseits des Anwendungsbereichs der spektrometrischen Methode liegen. Nun lehrt aber die optische Theorie weiterhin, daß in unmittelbarer Nähe dieser Absorptionsstreifen das Reflexionsvermögen außerordentlich hohe Werte annehmen muß, etwa von der Größe, wie wir es bei einem gut polierten Silberspiegel für Lichtstrahlen beobachten. Dieses auf ein enges Spektralgebiet beschränkte »metallische« Reflexionsvermögen der Stoffe kann zur Aussonderung einzelner langwelliger Strahlenkomplexe aus der Gesamtstrahlung einer Lichtquelle in folgender Weise verwendet werden: Man läßt die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen so oft an Spiegeln aus dem gleichen Kristall reflektieren, daß man nur den metallisch reflektierten Strahlungsanteil in meßbarer Stärke zurückbehält. Da das Reflexionsvermögen in der Mitte des metallischen Streifens meist 20- bis 30mal höher ist als in dem kurzwelligen Spektrum, in welchem die Substanz geringe Absorption besitzt, so genügen zur Aussonderung des langwelligen Strahlenkomplexes meist 4 bis 5 Reflexionen. Die nicht

metallisch reflektierten Strahlen sind dann bis zur Unmerklichkeit abgeschwächt.

Die nach dieser Methode ausgesonderten, mehr oder weniger inhomogenen Strahlenkomplexe habe ich Reststrahlen genannt. Ihre spektrale Zusammensetzung hängt fast nur von der reflektierenden Substanz ab. Man pflegt deshalb die Reststrahlen nach dem Material der reflektierenden Flächen zu benennen. In der folgenden kleinen Tabelle sind die mittleren Wellenlängen einiger Restrahlengruppen zusammengestellt, welche von mir in Gemeinschaft mit den HH. E. F. Nichols, E. Aschkinass, H. Hollnagel und H. von Wartenberg beobachtet worden sind.

Reststrahlen von	Mittlere Wellenlänge
Flußspat	24.0 μ und 31.6 μ
Steinsalz	52.0 μ
Sylvin	63.4 μ
Chlorsilber	81.5 μ
Bromkalium	82.6 μ
Thalliumchlorür	91.6 μ
Jodkalium	94.1 μ
Bromsilber	112.7 μ
Thalliumbromür	117.0 μ
Thalliumjodür	151.8 μ

Die aufgeführten Reststrahlen umfassen das Wellenlängenbereich von 24 bis 152 μ, d. h. etwa von der 40fachen bis zur 250fachen Wellenlänge des gelben Natriumlichts. Zu noch größeren Wellenlängen vorzudringen ist uns nach dieser Methode bisher nicht gelungen. Das liegt zum Teil an dem Umstand, daß es nicht viele für optische Zwecke verwendbare Substanzen gibt, deren Raumgitterschwingungen noch langsamer erfolgen als bei dem Thalliumjodür. Außerdem werden solche Messungen durch die äußerst geringe Strahlungsintensität, welche unsere Lichtquellen in jenen entlegenen Spektralgebieten besitzen, sehr erschwert. Von den experimentellen Schwierigkeiten, welche hier auftreten, erhält man ein anschauliches Bild, wenn man bedenkt, daß z. B. bei den Reststrahlen von Thalliumjodür die Intensität der ausgesonderten Strahlenart kaum mehr als ein Millionstel der Gesamtstrahlung unserer Lichtquelle ausmacht, wenn wir einen schwarzen Körper von 1000° Celsius verwenden. Auch bei Benutzung eines Auerbrenners, bei welchem die langwellige Strahlung verhältnismäßig intensiv ist, bleibt dieser Bruchteil kleiner als ein Hunderttausendstel.

Wir haben indessen auf einem ganz anderen Wege, welchen ich in Gemeinschaft mit Hrn. R. W. Wood im Jahre 1910 beschritten

habe, noch weiter in das Gebiet der langen Wellen vordringen können. Dieses neue Verfahren gründet sich im Gegensatz zu der Reststrahlenmethode nicht auf die selektive Reflexion, sondern auf die selektive Brechung und die selektive Absorption der Körper. Durch Versuche mit Reststrahlen hatte sich ergeben, daß der Quarz, welcher für ultraviolette und sichtbare Strahlen sehr durchlässig ist, aber bei etwa 4 μ seine Durchlässigkeit verliert und bei etwa 21 μ einen Streifen metallischer Absorption besitzt, mit weiter wachsender Wellenlänge allmählich wieder seine Durchlässigkeit zurückgewinnt. Sein Brechungsexponent für diese langen Wellen ist jedoch so viel größer als für die Strahlen seines kurzwelligen Durchlässigkeitsbereichs, daß ein Quarzprisma jene langwelligen Strahlen mehr als doppelt so stark ablenkt als die gewöhnlichen Licht- und Wärmestrahlen. Man kann daher leicht jenes langwellige Gebiet von dem kurzwelligen mit Hilfe eines Quarzprismas trennen. Noch besser aber wird dieses Ziel durch Anwendung einer Sammellinse aus Quarz erreicht. Eine solche entwirft im allgemeinen von der Lichtquelle zwei Bilder, von welchen das eine die gewöhnlichen Licht- und Wärmestrahlen enthält und von der Linse mehr als doppelt so weit entfernt ist als das andere, in welchem die gesuchte langwellige Strahlung vereinigt ist. Nähert man die Linse der Lichtquelle immer mehr, so entsteht schließlich nur noch dieses letztere »langwellige« Bild, während die gewöhnlichen Licht- und Wärmestrahlen in einem divergenten Strahlenbündel zerstreut werden. Bringt man nun an die Stelle des Raumes, an welcher jenes reelle, aber natürlich unsichtbare »langwellige« Bild entsteht, einen für Strahlung undurchlässigen Schirm, der mit einer kleinen Öffnung versehen ist, welche gerade ausreicht, um jenes Bild aufzunehmen, so können durch dieses Loch die langwelligen Strahlen ungeschwächt hindurchtreten, während die kurzwelligen Wärmestrahlen nahezu vollständig von dem Schirm zurückgehalten werden. Durch Anwendung gewisser zentraler Blenden und durch Wiederholung dieses Isolierverfahrens mit Hilfe einer zweiten Quarzlinse erhält man den langwelligen Strahlungsanteil in vollkommener Reinheit. Mit dieser »Quarzlinsenmethode« haben Hr. O. von Baeyer und ich eine Reihe von Lichtquellen untersucht und die spektrale Zusammensetzung ihres langwelligen Strahlungsanteils mit Hilfe eines Interferometers geprüft. Im allgemeinen erhielten wir eine sehr inhomogene Strahlung mit einem Maximum bei etwa 100 μ. Zu gänzlich anderen Resultaten aber gelangten wir, als eine Quarzquecksilberlampe als Lichtquelle verwendet wurde. Es war leicht zu erkennen, daß die beobachtete Strahlenart von allen bisher bekannten Strahlungen des optischen Spektrums recht verschieden sein mußte, denn ein beträchtlicher Teil

derselben ging durch schwarze Pappe hindurch. Weitere Versuche zeigten, daß die isolierte Strahlung aus zwei Teilen bestand, von denen der erste von dem heißen Quarzrohr der Lampe herrührte und sich in seiner Zusammensetzung nur wenig von den langwelligen Teilstrahlungen der übrigen Lichtquellen unterschied. Der zweite Anteil dagegen wurde von dem leuchtenden Quecksilberdampf ausgesandt, und seine Analyse ergab, daß wir es hier hauptsächlich mit zwei Emissionsbanden zu tun hatten, deren Energiemaxima bei 218 und 342 μ gelegen waren.

Diese langwelligen Emissionsbanden des Quecksilberdampfes bilden die Grenze des bisher erforschten ultraroten Spektrums. Die Wellenlänge des zweiten Maximums ist etwa 580mal größer als diejenige des gelben Natriumlichts und übertrifft die Wellenlänge des äußersten roten Lichts um das 400fache. Während sich das gesamte sichtbare Gebiet nur von der Wellenlänge 0.4 μ im Violett bis zur Wellenlänge 0.8 μ im Rot erstreckt, in der Ausdrucksweise der Akustik also nur eine einzige Oktave umfaßt, enthält das ultrarote Spektrum, soweit es bisher durch rein optische Methoden erforscht worden ist, 8 bis 9 Oktaven. Es übertrifft danach an Umfang des Schwingungszahlenbereichs die Tonskala eines modernen Konzertflügels.

Es ist gewiß von Interesse, die Ausdehnung des bisher erforschten ultravioletten Spektrums in Vergleich zu ziehen. Dieses erstreckt sich, soweit es mit Hilfe leuchtender Gase erzeugt und mit dem gewöhnlichen Prisma oder Beugungsgitter gemessen worden ist, von der violetten Sichtbarkeitsgrenze 0.4 μ bis zur Wellenlänge 0.06 μ, welche einer kürzlich von Hrn. Lyman beobachteten Heliumlinie zugehört. Die Größe dieses Intervalls entspricht nicht ganz drei Oktaven. Damit aber ist das heute bekannte ultraviolette Spektrum keineswegs erschöpft, denn wir wissen jetzt, daß auch die Röntgenstrahlen und ebenso die von den radioaktiven Substanzen ausgesandten Gammastrahlen diesem Spektrum angehören. Ferner sind wir durch die schönen Arbeiten der HH. M. von Laue und W. H. und W. L. Bragg heute imstande, die Wellenlänge jener Strahlen zu ermitteln. Hierdurch ist der Forschung ein neues Spektralgebiet von erheblicher Ausdehnung erschlossen worden, welches nach den letzten Beobachtungen der HH. Siegbahn und Senström etwa bei der Wellenlänge 0.0012 μ beginnt und sich nach Messungen der HH. Rutherford und Andrade bis zu mindestens 90mal kleineren Wellenlängen erstreckt, also ein Gebiet von über $6\,^1/_2$ Oktaven umfaßt. Freilich ist jenes neue Spektrum von dem an das optische Gebiet angrenzenden Ultraviolett durch eine Kluft von nahezu 6 Oktaven getrennt, und die Strahlung, welche diesem Spektralbereich angehört, ist uns noch völlig unbekannt. Immerhin kennen

wir auch von dem ultravioletten Spektrum jetzt über 9 Oktaven, so daß der Umfang des gesamten uns bekannten optischen Spektrums heute etwa 19 Oktaven beträgt, wovon nur eine einzige durch unser Auge wahrgenommen wird.

Wir kehren nunmehr zu der Betrachtung des ultraroten Spektrums zurück und des Nutzens, welchen wir uns von seiner Erforschung für die Prüfung der elektromagnetischen Lichttheorie versprechen dürfen. Die Versuche von Hertz über Strahlen elektrischer Kraft haben zwar eine glänzende Bestätigung der Maxwellschen Theorie geliefert, aber diese Bestätigung konnte nur eine qualitative sein, soweit das Verhalten der ponderabeln Materie in Frage kam. Denn in einem Punkt waren die von Hertz erzeugten elektromagnetischen Wellen von denen des optischen Spektrums sehr verschieden, nämlich in Beziehung auf ihre Wellenlänge. Die schnellsten elektrischen Schwingungen, welche Hertz zu erzeugen vermochte, hatten eine Schwingungszahl von 500 Millionen pro Sekunde, entsprechend einer Wellenlänge von 60 cm, während die Schwingungszahl des gelben Natriumlichts millionenmal größer, seine Wellenlänge also millionenmal kleiner ist. Diese ungeheure Verschiedenheit der Schwingungszahl hat zur Folge, daß ein direkter Vergleich der Körpereigenschaften im sichtbaren Gebiet und im Bereich der Hertzschen Wellen für die Prüfung der Maxwellschen Theorie nicht zu brauchbaren Ergebnissen führen kann. Der tiefere Grund hierfür liegt in einem gewissen Mangel dieser Theorie, über welchen sich ihr Schöpfer vollkommen im klaren war. Maxwells Gleichungen berücksichtigen nämlich nicht die atomistische Struktur der Materie. Sie gelten für sogenannte Kontinua, d. h. für strukturlose Medien, in welchen weder selektive Absorption noch Farbenzerstreuung vorkommen kann. Nun kommt allerdings das Verhalten eines Körpers mit atomistischer Struktur gegenüber solchen Schwingungen, deren Periode groß ist im Vergleich mit der Eigenperiode der mitschwingenden Teilchen, demjenigen eines Kontinuums sehr nahe. Deshalb gilt die Maxwellsche Theorie in ihrer ursprünglichen einfachen Gestalt mit guter Annäherung nur in denjenigen Spektralbereichen, welche weit jenseits der ultraroten Absorptionsgebiete gelegen sind, und sie muß in den kurzwelligen Teilen des Spektrums versagen, in welchen die Schwingungszahlen von derselben Größenordnung sind wie die molekularen Eigenfrequenzen.

Selbstverständlich kommen hierbei nur solche Eigenschwingungen in Frage, welche von elektrisch geladenen Teilchen ausgeführt werden, denn nur diese können durch elektromagnetische Wellen beeinflußt werden. Aber wir wissen heute, daß die Moleküle aus elektrisch geladenen Atomen oder Atomgruppen bestehen, welche man

Ionen nennt. Bei den Kristallen tritt an Stelle des molekularen Zusammenhanges die Raumgitteranordnung, bei welcher die Ionen geradlinige Reihen bilden. Auch die Atome sind nach unsrer heutigen Anschauung sehr komplizierte Gebilde, welche positive und negative Ladungen enthalten. Wir denken uns dabei die Hauptmasse des Atoms in einem positiv geladenen Kern konzentriert, welcher von negativen Elementarladungen, sogenannten Elektronen, umkreist wird wie die Sonne von den Planeten. Die molekularen Eigenfrequenzen der Materie können hiernach sehr mannigfacher Art sein. Paul Drude hat zuerst die Vermutung ausgesprochen, daß die Absorptionsstreifen des ultravioletten und sichtbaren Spektrums hauptsächlich durch die Eigenfrequenz der Elektronen, die Absorptionsstreifen im Ultrarot dagegen durch die Eigenschwingungen der Ionen des Moleküls bzw. des Raumgitters der Kristalle verursacht werden.

Je weiter wir in dem ultraroten Spektrum nach Seite der langen Wellen fortschreiten und je mehr wir uns dadurch von den Gebieten der molekularen Eigenschwingungen entfernen, desto eher können wir mit der Möglichkeit rechnen, daß die von Maxwell entwickelten Beziehungen zwischen den optischen und elektrischen Eigenschaften der Körper sich als richtig erweisen werden. Hierin liegt die Bedeutung, welche wir der Erforschung des langwelligen ultraroten Spektrums für die Prüfung der Maxwellschen Theorie beimessen müssen.

Von den aus der elektromagnetischen Lichttheorie abgeleiteten Beziehungen kommen hauptsächlich zwei für die experimentelle Prüfung in Betracht, von denen sich die eine auf metallische Leiter, die andere dagegen auf vollkommene Nichtleiter bezieht. Die erste dieser beiden Gleichungen behauptet einen einfachen Zusammenhang zwischen dem elektrischen Leitvermögen $\varkappa$ eines Metalls, seiner Durchsichtigkeit für eine gegebene Strahlenart und der Wellenlänge λ dieser Strahlung. In der Formel, durch welche die genannte Beziehung zum Ausdruck gebracht ist, wird die Lichtabsorption des Metalls durch eine Größe charakterisiert, welche man den Extinktionskoeffizienten nennt. Diese Konstante ist, wie schon der Name sagt, um so größer, je undurchsichtiger das betreffende Medium ist. Außerdem enthält sie die Wellenlänge der Strahlung als Faktor. Die Formel lehrt, daß die besten elektrischen Leiter für eine gegebene Wellenlänge die höchsten Extinktionskoeffizienten besitzen, mithin die undurchsichtigsten Substanzen sein müssen. Diesen Satz fand Maxwell in der Tat qualitativ bestätigt, denn die Metalle sind nicht nur die besten Leiter der Elektrizität, sondern auch die undurchsichtigsten Körper, welche wir kennen. Dagegen versagte eine quantitative Prüfung der Formel

vollkommen. Die aus dem Leitvermögen berechnete Durchlässigkeit war bei den Metallen um ein Vielfaches geringer als die optisch beobachtete. Ordnete man ferner die Metalle nach der Stärke ihrer Lichtabsorption und nach der Güte ihres elektrischen Leitvermögens, so ergab sich zwischen beiden Reihen kein erkennbarer Zusammenhang. Als jedoch Hr. Ernst Hagen und ich die Durchlässigkeit einiger Metalle für ultrarote Strahlen untersuchten, da wurden wir gewahr, daß die genannte Unstimmigkeit zwischen der Theorie und der Erfahrung sich immer mehr verringerte, je weiter wir nach Seite der langen Wellen fortschritten. Bereits bei der Wellenlänge $\lambda = 1.5\,\mu$ war die Reihenfolge der Strahlungsabsorption und des Leitvermögens für die vier untersuchten Metalle die gleiche. Wir konnten jedoch aus experimentellen Gründen diese Absorptionsmessungen im ultraroten Spektrum nicht genügend weit fortsetzen, um zu einem abschließenden Urteil über die Gültigkeit der Maxwellschen Beziehung zu gelangen. Ein endgültiges Ergebnis wurde von uns erst erzielt, als wir das Emissionsvermögen E der Metalle zum Gegenstande unsrer Untersuchung machten. Auch diese optische Größe, welche viel leichter zu messen ist als der Extinktionskoeffizient, steht nach der Maxwellschen Theorie mit dem elektrischen Leitvermögen $\varkappa$ in einer sehr einfachen Beziehung. Für hinreichend große Wellenlängen und gut leitende Metalle, welche keine dielektrischen Eigenschaften besitzen, läßt sich diese Beziehung in genügender Annäherung durch die Formel ausdrücken:

$$E = K\sqrt{\varkappa \cdot \lambda}\,.$$

Der Wert der Konstanten K ergibt sich aus der elektromagnetischen Lichttheorie zu $2\sqrt{\frac{10^{13}}{c}} = 36.5$, wenn das Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers gleich 100 gesetzt, die Wellenlänge in μ angegeben und die Lichtgeschwindigkeit c zu 3×10^{10} cm sec angenommen wird. Das Emissionsvermögen E wurde durch Vergleich der Strahlungsstärke des Metalles mit derjenigen eines gleich temperierten schwarzen Körpers direkt gemessen. Das Ergebnis der Versuche entsprach vollkommen unseren Erwartungen: Je weiter wir nach langen Wellen fortschritten, um so besser bewahrheitete sich die Maxwellsche Formel, und für die Reststrahlen von Flußspat, deren mittlere Wellenlänge unter den angewendeten Versuchsbedingungen $25.5\,\mu$ betrug, war die Übereinstimmung zwischen den von uns beobachteten Emissionsvermögen und den aus dem elektrischen Leitvermögen berechneten Werten nahezu vollkommen. Wir haben 12 reine Metalle und 21 Legierungen geprüft und eine erhebliche Abweichung nur bei dem Wismut gefunden, welches sich be-

kanntlich auch in anderer Hinsicht abnorm verhält. Auch die von uns beobachtete Änderung des Emissionsvermögens der Metalle mit der Temperatur entsprach ihrer Größe und Richtung nach vollkommen dem Betrage, welcher sich nach der angegebenen Formel aus dem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Leitvermögens berechnen läßt.

Das Hauptergebnis dieser Versuche können wir auch in der Form aussprechen, daß es uns gelungen ist, mit Hilfe der Maxwellschen Formel das elektrische Leitvermögen eines Metalls aus optischen Strahlungsmessungen zu bestimmen.

Daß diese Maxwellsche Beziehung bereits bei einer relativ kleinen Wellenlänge von 25.5 μ so gut erfüllt ist, läßt darauf schließen, daß die Metalle, wie wahrscheinlich alle chemischen Elemente, im langwelligen Ultrarot zwar molekulare Eigenschwingungen besitzen, was unter anderem aus der Abhängigkeit der spezifischen Wärme von der Temperatur geschlossen werden muß, daß diese Eigenschwingungen sich aber in optischer Beziehung nicht bemerkbar machen, weil die schwingenden Ionen alle gleichnamig elektrisch geladen sind.

Wir wenden uns nunmehr zu der Prüfung des zweiten aus der Maxwellschen Theorie abgeleiteten Satzes, welcher für vollkommene Nichtleiter gilt und welcher aussagt, daß das Quadrat des Brechungsexponenten n gleich der Dielektrizitätskonstanten D der betreffenden Substanz sein muß. Auch diese Beziehung hat Maxwell selbst bei der Begründung seiner Theorie einer Prüfung unterworfen und nach ihm viele andere Physiker. Es ergab sich, daß bei manchen Stoffen, insbesondere bei den Gasen und bei einigen wenigen festen und flüssigen Isolatoren, z. B. bei den chemischen Elementen, jene Beziehung durch die Erfahrung bestätigt wurde, wenn man den Brechungsexponenten n aus optischen Messungen im sichtbaren Spektrum ermittelte und die Dielektrizitätskonstante D für langsam veränderliche Felder bestimmte. Bei der Mehrzahl der Stoffe freilich ergab sich auf diesem Wege keine befriedigende Übereinstimmung, und in manchen Fällen waren die Abweichungen von enormer Größe. Über die Ursache dieser Differenzen sind wir nicht mehr im Zweifel. Sie sind, wie wir gesehen haben, in erster Linie auf die Wirkung der molekularen Eigenschwingungen zurückzuführen. Eine quantitative Bestätigung der Formel $n^2 = D$ können wir, wenn n aus optischen Messungen, D aus elektrischen Beobachtungen ermittelt werden soll, nur dann erwarten, wenn der Brechungsexponent n an einer Stelle des Spektrums gemessen wird, welche nach der langwelligen Seite genügend weit von den Absorptionsgebieten entfernt ist. Es hat sich gezeigt, daß diese Bedingung bei festen Körpern nicht nur notwendig, sondern auch ausreichend ist, um die Gültigkeit der Maxwellschen Formel zu ge-

währleisten. Weiterhin folgt aus den Versuchen, daß man bei Verwendung der langwelligen Quecksilberdampfstrahlung von den Absorptionsgebieten der meisten festen Körper schon weit genug entfernt ist, um hier eine Prüfung der Formel mit Aussicht auf Erfolg vornehmen zu dürfen. Die Messung des Brechungsexponenten geschieht für diese langwellige Strahlung am bequemsten auf indirektem Wege, indem man das Reflexionsvermögen ermittelt und hieraus mit Hilfe der bekannten Fresnelschen Formel den Brechungsexponenten berechnet.

Im Laufe der letzten Jahre sind auf diese Weise in dem Berliner Laboratorium an 35 festen Körpern, darunter 20 Kristallen und 15 amorphen Substanzen, die Brechungsexponenten für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung und außerdem die Dielektrizitätskonstanten nach der Lecherschen Methode gemessen worden. Dabei wurden nur solche Substanzen zur Prüfung herangezogen, bei welchen das Quadrat des optischen Brechungsexponenten für sichtbare Strahlung von der beobachteten Dielektrizitätskonstanten wesentlich verschieden war. Aber in allen Fällen war die Maxwellsche Beziehung mit hinreichender Genauigkeit erfüllt, wenn statt des Brechungsexponenten für gewöhnliches Licht derjenige für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung in die Formel eingesetzt wurde.

Ganz anders verhielten sich die flüssigen Substanzen. Innerhalb der Flüssigkeiten haben wir zwei Gruppen zu unterscheiden. Bei der einen, der z. B. Benzol, Xylol und Schwefelkohlenstoff angehören, wird schon bei einer relativ kleinen Wellenlänge des ultraroten Spektrums ein Brechungsexponent erreicht, welcher der Quadratwurzel aus der Dielektrizitätskonstanten für statische Ladungen sehr nahekommt. Hier sind also starke Absorptionsgebiete, welche einen wesentlichen Beitrag zur Dielektrizitätskonstanten liefern, im langwelligen Spektrum nicht mehr zu erwarten. Bei der anderen Gruppe von Flüssigkeiten dagegen, z. B. bei dem Wasser, dem Glyzerin und den Alkoholen, ist auch im Bereiche der langwelligen Quecksilberdampfstrahlung die Annäherung des Brechungsexponenten an die Wurzel aus der Dielektrizitätskonstanten für langsam veränderliche Felder noch lange nicht vollendet. Bei diesen Substanzen muß daher bei noch viel längeren Wellen, etwa im Bereiche der Hertzschen Strahlen elektrischer Kraft, nochmals starke Absorption und anomale Dispersion eintreten, welche in den meisten Fällen auch tatsächlich beobachtet worden ist. Die Ursache dieser äußerst langwelligen Absorptionsgebiete ist nach allem, was wir wissen, nicht in dem Vorhandensein molekularer Eigenschwingungen zu suchen, sondern diese Absorption beruht, wie Hr. Debye gezeigt hat, auf dem richtenden Einfluß, welchen das elektrische Wechsel-

feld der Schwingungen auf die elektrisch polarisierten Flüssigkeitsmoleküle ausübt. Bei diesen Flüssigkeiten also reicht das bisher zugängliche ultrarote Spektrum zur Prüfung der Maxwellschen Beziehung nicht aus, sondern es muß das Gebiet der Hertzschen Wellen hinzugenommen werden. Allerdings sind die kürzesten Hertzschen Wellen, welche man bisher hat erzeugen können, nach Versuchen, die Hr. O. von Baeyer im Berliner Laboratorium ausgeführt hat, noch etwa 2 mm lang. Zwischen ihnen und dem äußersten Ende des optischen ultraroten Spektrums befindet sich demnach noch ein unbekanntes Spektralgebiet von etwa $2^1/_2$ Oktaven. Aber diese Lücke ist im Verhältnis zu dem gewaltigen Umfange des heute bereits bekannten Spektrums so gering, daß sie uns die Übersicht über die gesamten spektralen Eigenschaften der Körper nicht mehr wesentlich zu beeinträchtigen vermag.

Wir haben gesehen, daß unsere Kenntnis des ultraroten Spektrums auf zwei wichtigen Gebieten zu einer quantitativen Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie geführt hat und daß uns diese Kenntnis in den Stand setzt, das elektrische Leitvermögen eines Metalles oder die Dielektrizitätskonstante eines festen Isolators aus rein optischen Messungen zu ermitteln. Aber in noch viel unmittelbarerer Weise hat sich das Studium der langwelligen ultraroten Strahlung für die Prüfung der Maxwellschen Theorie als fruchtbar erwiesen, indem es gelungen ist, einige Phänomene, welche Heinrich Hertz an seinen elektrischen Wellen entdeckt hatte, an den Wellen des ultraroten Spektrums wiederzufinden.

Hertz hatte beobachtet, daß ein Gitter aus parallelen Metalldrähten die elektromagnetischen Wellen vollkommen hindurchläßt, wenn die elektrische Feldrichtung der Schwingungen auf der Drahtrichtung senkrecht steht, daß aber die elektromagnetischen Wellen von dem Gitter nicht hindurchgelassen, sondern vollständig reflektiert werden, wenn diese beiden Richtungen zusammenfallen. Derartige Versuche haben Hr. H. du Bois und ich für polarisierte ultrarote Wärmestrahlen von verschiedener Wellenlänge und für Drahtgitter aus verschiedenen Materialien ausgeführt. Durch Verwendung äußerst feiner Gitter ist es uns in der Tat gelungen, den Hertzschen Gitterversuch für die langwelligen Wärmestrahlen, welche mit Hilfe der Quarzlinsenmethode isoliert werden können, in voller Reinheit zu reproduzieren.

In ähnlicher Weise ist es Hrn. E. F. Nichols und mir möglich gewesen, sichere Anzeichen für das Vorhandensein elektrischer Resonanz, welche Hertz an metallischen Leitern entdeckt hatte, die der Einwirkung elektrischer Schwingungen ausgesetzt sind, auch mit Hilfe von langwelligen Wärmestrahlen zu beobachten.

Vermutlich wird es gelingen, im Laufe der Zeit noch weitere elektrische Erscheinungen an optischen Wellen aufzufinden; aber schon heute dürfen wir es aussprechen, daß auch der Bau jenes optischen Stützpfeilers, von welchem Heinrich Hertz in seinem schönen Gleichnis gesprochen hat, schon weit fortgeschritten ist und damit das ganze Gebäude seiner Vollendung entgegengeht.

Ist nun aber, so fragen wir, mit der Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie das Wesen der Strahlung völlig aufgeklärt? Gewiß nicht. Wir sind durch dieses Ergebnis nur in der Lage, aus dem großen Gleichungssystem mit vielen Unbekannten, welches uns von unserer strengen Lehrmeisterin, der Natur, zu lösen aufgegeben ist, eine Unbekannte zu eliminieren und durch bekannte Größen und die übrigen Unbekannten zu ersetzen. Aber wir dürfen einen derartigen Fortschritt, so gering er sich auch vom Standpunkte des allgemeinen Naturerkennens ausnehmen mag, nicht niedrig einschätzen; denn andere Erfolge werden uns in der reinen Wissenschaft niemals beschieden sein.

Hierauf machte der Vorsitzende Mitteilung von den eingetretenen Personalveränderungen der Akademie, die am Schluß dieses Berichtes zusammengestellt sind, und fuhr dann fort:

Es obliegt mir noch die Aufgabe, über wichtigere Vorkommnisse in der Akademie innerhalb des letztverflossenen Jahres kurzen Bericht zu erstatten. Zur besonderen Freude und Ehre gereicht es mir, hier Nachricht zu geben von einer hochherzigen Tat, die von einem der Angehörigen unserer Körperschaft im Interesse der von ihm vertretenen Wissenschaft vor kurzem angekündigt und zur Ausführung gebracht worden ist. Das Mitglied der Akademie Hr. de Groot hat durch Schenkungen aus seinem Privatvermögen der Akademie eine Stiftung zugewendet, deren Erträgnisse dazu bestimmt sind, die sinologische Wissenschaft zu fördern durch Unterstützung solcher Gelehrter, die gründliche Kenntnis der chinesischen Schriftsprache auf die quellenmäßige Erforschung der Kultur und Geschichte Chinas anwenden. Die Unterstützung kann erfolgen durch Beihilfen zum Druck ausgezeichneter Werke, durch Reisestipendien oder auch durch Krönung vorliegender hervorragender Werke. Die Genehmigung zur Annahme der Stiftung ist erst vor wenigen Wochen auf Grund Allerhöchster Ermächtigung von dem Königlichen Staatsministerium erteilt, und das Statut derselben von dem vorgeordneten Herrn Minister genehmigt worden. Hr. de Groot, der mit diesem Schritt ein beredtes Zeugnis abgelegt

hat von der Befriedigung, die er in seinem hiesigen Wirkungskreis gefunden, und zugleich auch von seiner Anhänglichkeit an die neugewonnene Heimat. mag sich überzeugt halten, daß die darin betätigte Gesinnung von der Akademie wohl verstanden und in gleicher Aufrichtigkeit und Herzlichkeit erwidert wird. Den hier öffentlich wiederholten Ausdruck ihres Dankes verbindet sie mit dem Wunsche, er möge noch lange Jahre im Kuratorium seiner Stiftung tätig sein und mannigfache Freude an ihrer Wirksamkeit erleben.

Zum Schlusse habe ich noch die Ehrungen zu verkündigen, welche die Akademie aus den Mitteln der bei ihr errichteten Helmholtz-Stiftung in diesem Jahre zu erteilen beschlossen hat.

Die goldene Helmholtz-Medaille ist für dieses Jahr verliehen worden dem Direktor des Zoologischen Instituts in München, Hrn. Geheimen Rat Prof. Dr. Richard von Hertwig. als dem hervorragenden Forscher auf dem Felde der mikroskopischen Anatomie und der Protozoenkunde. Die Überreichung der Medaille in Gold wird nach Friedensschluß erfolgen.

Die Helmholtz-Prämie. gegenwärtig festgesetzt auf 1800 Mark, ist zuerkannt worden dem Professor der theoretischen Physik an der Universität München, Hrn. Dr. Arnold Sommerfeld. für seine auf diesem Gebiete bahnbrechenden Arbeiten zur Quantentheorie der Spektrallinien.

Die Tagesordnung unserer Sitzung ist erschöpft. Bald schicken wir uns an, den festlichen Tag zu begehen, an welchem Millionen deutscher Herzen mit heißen Segenswünschen dem Manne entgegenschlagen werden, in dessen Person sich gegenwärtig stärker als jemals die edelsten Kräfte unseres geliebten Vaterlandes verkörpern, und der noch unlängst in einem kritischen Augenblick für die tiefsten Empfindungen aller Deutschen den rechten Ausdruck gefunden hat. Sein Wohl ist des Ganzen Wohl. Seine Stärke des Volkes Stärke, Seine Ehre des Reiches Ehre. Darum lassen wir unsere Gedanken und Wünsche ausklingen in die eine Bitte: Gott erhalte. Gott schütze, Gott segne auch fürderhin seinen Auserwählten, den Führer des deutschen Volkes, unseren Allergnädigsten Kaiser und Herrn!

Um ihrer heutigen Festesstimmung und insbesondere ihrem freudigen Dank für das kraftvolle Eintreten ihres Allerhöchsten Schirmherrn zum Schutze von Deutschlands Ehre in dieser außerordentlichen Zeit auch einen weiter reichenden Ausdruck zu verleihen, hat die Akademie beschlossen, gewiß auch im Sinne dieser ganzen Versammlung, Seiner

Majestät dem Kaiser und König sogleich ein Telegramm zu übermitteln folgenden Inhalts:

Euer Majestät

spricht die Königliche Akademie der Wissenschaften, festlich versammelt, um zugleich den Geburtstag Eurer Majestät und das Gedächtnis Friedrichs des Großen zu feiern, der sein Preußen durch sieben harte Kriegsjahre unerschütterlich beharrend zum Siege führte, ihren ehrfürchtigen Dank und ihre feurige Zustimmung aus zu der starken und entschlossenen Kundgebung, die das deutsche Volk von neuem zur höchsten Anspannung aller seiner Kräfte aufruft.

Gewiß fühlt die Akademie, die Dienerin reiner Friedenswerke, mit tiefem Ernst, wie schwer Fortschritt und geistiger Zusammenhang der Wissenschaft unter der überwältigenden und zerreißenden Wucht dieses ungeheuren Krieges leidet. Aber sie weiß auch aus den Lehren der Geschichte, daß die edelsten Güter des Friedens, die eigenste Blüte von Kunst und Wissenschaft nur den Völkern beschieden ist, die freudig gewillt sind, für ihre Ehre und ihre Zukunft mit allen Mitteln und Opfern einzustehen bis aufs letzte.

Auf dieses Telegramm ist von Sr. Majestät dem Kaiser und König folgende Antwort eingegangen:

Meinen wärmsten Dank für die begeisterte Zustimmungskundgebung der Akademie der Wissenschaften. Der unerschütterliche Siegeswille des zu jedem Opfer an Blut und Gut bereiten deutschen Volkes wird — das vertraue Ich zu Gott — das Vaterland vor der ihm von unseren Feinden zugedachten Zertrümmerung bewahren und den zu segensreicher Fortentwicklung der Völker nötigen Frieden mit dem Schwerte erzwingen.

Wilhelm R.

An den vorstehenden Bericht über die Feier des Friedrichstages schließen sich die vorgeschriebenen Berichte über die Tätigkeit der Akademie und der bei ihr bestehenden Stiftungen.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Erschienen ist der zweite Faszikel der kleineren Ausgabe von Vol. II. III. Es enthält die attischen Dekrete vom Jahre 229 v. Chr. abwärts, bearbeitet von Hrn. Prof. Kirchner.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Erschienen sind, als Bd. XIII Abt. 4, die bereits im Vorjahre abgeschlossenen Nachträge zu den Inschriften der drei Gallien und Germaniens; ferner, als Bd. VIII suppl. Abt. 4, die ebenfalls schon länger fertiggestellten Nachträge zu den Inschriften der prokonsularischen Provinz Afrika. Die Mitwirkung französischer Gelehrter an diesem Bande ist in der Vorrede anerkannt.

Weitergeführt ist von Hrn. Bang, trotz seiner zeitweiligen Tätigkeit im Heeresdienste, sowohl der Druck der neuen Nachträge (Auctarium) zu den Inschriften der Stadt Rom (Bd. VI 4, 3) als auch der des Namenindex zu der Gesamtmasse der stadtrömischen Inschriften (Bd. VI 6); von den Nachträgen sind die Inschriften der Kolumbarien und die der Offizialen, von dem Index der Geschlechtsnamen die mit A und B beginnenden erledigt.

Im Manuskript abgeschlossen ist von Hrn. Szlatolawek der Namenindex zu Bd. XIII (abgesehen von den aus den Nachträgen zu dem Instrumentum notwendig werdenden Ergänzungen), ferner, unter Mitarbeit des Hrn. Dessau, einige Abteilungen der Sachindizes.

Auch Hr. Lommatzsch hat, obwohl dauernd im Heeresdienst, die Indizes seiner Abteilung, der zweiten Auflage von Bd. I, wenn auch nur langsam, weiter ausarbeiten können.

Die übrigen Abteilungen des Werkes konnten der obwaltenden Umstände halber in diesem Jahre nicht gefördert werden.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Die HH. Dessau, Groag und Stein haben die Nachträge zu dem alphabetischen Teil vervollständigt, die beiden letzteren die Ausarbeitung der Beamtenlisten fortgeführt.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Hr. Ritterling ist im vergangenen Jahre durch die Neueinrichtung und Verwaltung des durch den Tod seines Direktors verwaisten nassauischen Landesmuseums so sehr in Anspruch genommen worden, daß es ihm nicht möglich war, für den Index rei militaris tätig zu sein.

Politische Korrespondenz Friedrichs des Groszen.

Bericht der HH. von Schmoller und Hintze.

In unserem vorjährigen Bericht ist ausgeführt, warum der 37. Band der »Politischen Correspondenz«, der im Manuskript fertiggestellt war, noch nicht zur Drucklegung gelangen konnte.

Da der Herausgeber, Prof. Volz, während der ganzen ersten Hälfte des Jahres 1916 im Heeresdienst nicht verwendet wurde, so glaubten wir die Drucklegung des Bandes vom Juli ab in Angriff nehmen zu dürfen. Sie schritt ohne Hemmung vorwärts bis zum 6. Bogen, der Mitte September gesetzt war. Dann erfuhr sie eine Unterbrechung durch die abermalige Einberufung des Prof. Volz zum Heeresdienst und kann erst jetzt wieder aufgenommen werden, nachdem der Herausgeber, auf Ansuchen der Akademie, vom 13. Dezember ab bis zum 31. März 1917 vom Waffendienst zurückgestellt worden ist.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff in Stellvertretung.

Hr. von Fritze hat den zweiten Faszikel der Antiken Münzen Mysiens so weit vollendet, daß die Drucklegung beginnen kann. Auch Hr. Kubitschek stellt die Vollendung seines Manuskriptes in nahe Aussicht.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Schmoller und Hintze.

Da unsere sämtlichen Mitarbeiter im Felde stehen, ist es nicht möglich, irgend etwas über den Fortschritt unserer Publikation zu berichten.

Ausgabe der Werke von Weierstrass.

Bericht des Hrn. Planck.

Der bereits im Vorjahre fertiggestellte 6. Band: Anwendungen der elliptischen Funktionen, ist inzwischen im Buchhandel erschienen. Für den folgenden Band: Variationsrechnung, sind unter der Leitung des neu gewonnenen Herausgebers, Hrn. Prof. Dr. Rothe, Vorarbeiten begonnen; doch konnten diese mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Zeitverhältnisse bisher nur wenig gefördert werden.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Der Abschluß von Bd. IX der Werke kann wahrscheinlich erst nach Friedensschluß herbeigeführt werden.

Von dem Neudruck der Werke ist Bd. VII fertiggestellt; er wird voraussichtlich noch in diesem Jahr ausgegeben werden.

Von dem Neudruck der Briefe ist der erste und zweite Band (X und XI) abgeschlossen, der dritte Band (XII) nahezu druckfertig. Vom vierten Band (XIII, Anm. und Register) hat der Druck begonnen.

Bd. IV des handschriftlichen Nachlasses (XVII) ist im Druck.

Ibn-Saad-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Sachau.

Von der Lebensbeschreibung Muhammeds ist Teil II im arabischen Text fertiggestellt. Die Ausgabe des Ganzen mit Anmerkungen und Indizes wird im Laufe der nächsten Monate erfolgen. Der Band ist eine gemeinsame Arbeit des Hrn. Prof. Dr. E. Mittwoch und des Berichterstatters.

Die zweite Hälfte des letzten Bandes der ganzen Ibn-Saad-Ausgabe, Teil VII, II, der die Biographien der berühmtesten Muslims der Stadt Basra und einiger anderer Städte enthält, ist nach dem Erscheinen der ersten von Hrn. Prof. Dr. B. Meissner, Breslau, bearbeiteten Hälfte von Hrn. Dr. G. Weil, Privatdozenten an der Universität Berlin, zur Edition übernommen worden.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Wir hatten in diesem Kriegsjahre noch mehr als in den früheren unter den Zeitverhältnissen zu leiden, da auch Hr. Grapow während eines halben Jahres zum Heere eingezogen war. Dennoch gelang es den HH. Erman und Grapow, die Ausarbeitung des Manuskriptes bis *ḥn* einschließlich zu fördern und 948 Worte zu erledigen, darunter so umfangreiche wie »geben«, »Haus«, »Vorderseite«, »Herz«, »Fest«, »Frau«, »Majestät«, »Priester« und »Totenpriester«. Die Bearbeitung von ergab auch in grammatischer Hinsicht interessante Resultate. Im übrigen hat es sich auch bei der Arbeit dieses Jahres wieder in auffälliger Weise gezeigt, wie unvollkommen unsere Kenntnis der ägyptischen Schrift ist und nach Lage der Dinge auch bleiben wird. Für viele Wortzeichen läßt sich der Lautwert nur im groben feststellen, und bei mehr als einem ergibt sich, daß die bei den Ägyptologen übliche Lesung einer ernsthaften Prüfung überhaupt nicht standhält. In der Kenntnis der Bedeutungen kommen wir vorwärts, unsere Kenntnis der Schrift geht scheinbar zurück, was ja freilich auch ein Fortschritt ist. Im ganzen sind bisher 7836 Worte bearbeitet. Das Einschreiben des Manuskriptes wurde von Frau Adm.-Rat von Halle, die uns auch in diesem Jahre gütigst unterstützt hat, bis zu S. 5461 (*ḥꜣp*) gefördert.

Der Abschnitt, den wir im vorigen Jahre versuchsweise in endgültiger Form ausgearbeitet hatten, wurde zu einer größeren Druckprobe benutzt, die uns über den Umfang und die äußere Gestalt

unseres Werkes Klarheit bringen sollte. Es ergab sich dabei, daß es am zweckmäßigsten ist, das Werk in zwei Teile zu zerlegen, in einen Text in Typendruck und in eine Sammlung der hieroglyphischen Belegstellen in Autographie; diese Belegstellen werden numeriert, und es wird im Texte nur durch diese Zahlen auf sie verwiesen. Durch dieses Verfahren reduzieren wir den kostspieligen hieroglyphischen Typendruck auf ein Minimum und vermeiden die Unübersichtlichkeit, die durch das Einmengen hieroglyphischer Sätze in einen deutschen Text entsteht. Werden beide Teile des Werkes so knapp gehalten, wie wir es in der Druckprobe getan haben, so ergibt sich für den Text, also für das eigentliche Wörterbuch, ein Umfang von etwa 2000 zweispaltigen Quartseiten, während die Sammlung der Belegstellen auf 5000 Seiten kommt — ein Resultat, bei dem Umfang und Kosten noch nicht über die vernünftigen Grenzen eines solchen Werkes hinausgehen. Die Druckprobe wurde den Mitarbeitern und Freunden des Unternehmens, soweit sie in jetziger Zeit erreichbar waren, zur Prüfung vorgelegt und hat durchweg deren Zustimmung gefunden.

Die Verzettelung, an der die HH. Erman, Roeder, Steller und Frau von Halle tätig waren, wurde durch die Ungunst der Verhältnisse beeinträchtigt und nahm erst in den letzten Monaten wieder einen Aufschwung; es wurden 797 Stellen autographiert, die in der Hauptsache dem Tempel von Kom Ombo und einzelnen noch nicht erledigten Veröffentlichungen des Egypt Exploration Fund und des Egyptian Research Account entnommen wurden.

Für die Nebenarbeiten stand uns nur Hrn. Stellers Hilfe zur Verfügung, und auch in diese mußten wir uns mit dem ägyptischen Museum teilen. Immerhin konnten die Zettel der letzten Jahre wenigstens so weit eingeordnet werden, daß wir beim Ausarbeiten für jedes Wort das ganze alphabetisierte Material zur Verfügung hatten.

Das Tierreich.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Im Berichtsjahre sind im Bureau des »Tierreich« keine Personalveränderungen eingetreten. Jedoch ist Fr. Dr. Kränsel seit Juni wegen Krankheit beurlaubt. Die Ersparnisse, die dadurch für das »Tierreich« gemacht wurden, sind für einige notwendige Anschaffungen benutzt, die wegen der verfügbaren Mittel bisher hatten zurückgestellt werden müssen.

Die im vorigen Bericht erwähnte Lieferung 44 Kieffer, *Diapriidae*, ist erschienen. Der stattliche Band von 41 Bogen behandelt 137 Gattungen mit 1316 Arten und ist die 3. Lieferung der *Hymenoptera Proctotrupoidea*.

so daß jetzt von diesen fast durchweg winzigen Schlupfwespen, an deren Erforschung Prof. Kieffer hervorragenden Anteil hat, 4 Familien, 286 Gattungen, 2971 Arten in mustergültiger Bearbeitung vorliegen. Eine sehr umfangreiche Bearbeitung der nächsten — fünften — Familie »*Scelionidae*« mit 210 Gattungen und 1772 Arten ist von demselben Autor bereits eingegangen.

Lieferung 45 *Aphodiinae* von Ad. Schmidt mit 43 Gattungen und 1141 Arten ist für den Druck fertiggestellt.

Neben den laufenden Arbeiten wurde von Frl. Luther der Zettelkatalog über die im »Tierreich« benutzten Literaturkürzungen von Zeit- und Einzelschriften einer Durcharbeitung unterzogen, die Einheitlichkeit der Kürzungen geprüft und, wenn nötig, hergestellt. Die Zahl der Zettel beträgt für Zeitschriften 1800, für bisher gebrauchte Einzelschriften 3400.

Von Prof. Apstein und Fr. Dr. Kränsel wurde der Zettelkatalog der Autoren neu bearbeitet und ist bis zum Buchstaben »K« geordnet worden. Bis jetzt sind in diesem Teile über 11000 Zettel statt der bisher vorhandenen 2300 fertiggestellt. Im ganzen ist auf die doppelte Anzahl Zettel — also 22000 — zu rechnen.

Nomenclator animalium generum et subgenerum.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Mit Befriedigung kann ich mitteilen, daß die Arbeiten des Nomenclator im vergangenen Jahre keine wesentliche Einbuße durch den Krieg erlitten haben. Der Druck der einzelnen Namen in Zettelform für den Katalog ist zwar durch Einziehung der Setzer sehr eingeschränkt worden, jedoch habe ich die sich auf 2320 Namen belaufenden *Diptera Calyptera* als Reindruck erhalten und folgende Manuskripte zum Druck gegeben: *Hymenoptera: Vespidae*, *Hymenoptera: Formicidae* und *Hymenoptera: Apidae*, einschl. *Megachilinae*.

Von auswärtigen Mitarbeitern wurden nachstehende Gruppen eingesandt: Die *Mesozoa* von E. Neresheimer (Wien); die *Plecoptera* (*Perlidae recentia*) von Fr. Klapálek (Prag) und mehrere Nachträge zu schon vorhandenen Gruppen.

Ein erfreuliches Zeichen des regen Interesses, welches dem Werke entgegengebracht wird, sind die eingegangenen Geldbeiträge. Die Akademie der Wissenschaften übergab uns 3000 Mark; Hr. Prof. Dr. Ludwig Darmstädter (Berlin) die fünfte und letzte Rate von 1000 Mark der uns dankenswerter Weise im Jahre 1912 zugesagten Gesamtunterstützung von 5000 Mark und Hr. Prof. Dr. Richard Biedermann-Imhoof (Eutin) 1800 Mark.

Eine hochwillkommene Gabe sind uns diese Beiträge, da für die noch ausstehenden Manuskripte und den Druck der einzelnen Zettel namhafte Summen erforderlich sind. Eine wesentliche Erleichterung, nicht nur bei der Bearbeitung der Gattungen, sondern auch bei der einheitlichen Herstellung der Kataloge von Tierreich und Nomenclator, die in ihrer Gesamtheit ein wertvolles bibliographisches Hilfsmittel darstellen, war die bereitwillige Übersendung von Büchern durch die Bibliotheken Deutschlands und der verbündeten Staaten.

Die laufenden Arbeiten des Nomenclator werden von Frl. E. Rothenbücher weitergeführt, da der wissenschaftliche Beamte der Akademie, Hr. Dr. Kuhlgatz, seine Kraft dauernd dem »Roten Kreuz« widmet.

Das Pflanzenreich.

Bericht des Hrn. Engler.

Im Laufe des Jahres 1916 wurden folgende Hefte veröffentlicht:

Heft 66. A. Cogniaux, *Cucurbitaceae-Fevilleae* et *Melothrieae*, 18 Bogen mit 65 Figuren.

» 67. A. Engler und E. Irmscher, *Saxifragaceae-Saxifraga I* (Sectiones *Boraphila*, *Hirculus*, *Robertsonia*, *Miscopetalum*, *Cymbalaria*, *Tridactylites*, *Nephrophyllum*, *Dactyloides*, Spec. 1—232 et *hybridae*), 29 Bogen mit 101 Figuren.

Trotz großer Schwierigkeiten, die besonders in dem immer stärker fühlbaren Leutemangel sich bemerkbar machen, ist es der Verlagshandlung und der Druckerei möglich gewesen, die beiden umfangreichen Hefte fertigzustellen. Leider war es dem angesehenen belgischen Botaniker A. Cogniaux, der am 15. April 1916 gestorben ist, nicht mehr vergönnt, das Erscheinen des ersten Teiles seiner Cucurbitaceen-Monographie zu erleben; doch hat er noch die letzten Korrekturen erledigen können.

In seinem Nachlasse fand sich ein umfangreiches, durch die freundliche Vermittlung von Hrn. Prof. E. de Wildeman (Brüssel) uns überliefertes Manuskript über die übrigen Abteilungen der Familie vor, das teilweise schon erheblich gefördert war, aber vor der Herausgabe noch einer sehr genauen Durchsicht und Ergänzung bedürfen wird, besonders mit Hilfe des Herbarmaterials.

Eine Anzahl Gattungen der zunächst folgenden Tribus sind glücklicherweise fast druckreif, so daß sich in absehbarer Zeit wenigstens der Druck dieser Abteilungen wird ermöglichen lassen; dagegen finden sich in den späteren Gruppen viele Lücken, die der Ausfüllung bedürfen, und mehrere Gattungen sind überhaupt noch nicht vom Ver-

fasser behandelt worden. Hr. Prof. Dr. Harms, der sich bereits früher auch mit dieser Familie beschäftigt hat, wird zunächst die an das Heft 66 sich anschließenden Gruppen zum Druck vorbereiten.

Im Druck befinden sich zur Zeit einige kleinere Abteilungen der *Euphorbiaceae-Acalypheae*, bearbeitet von F. Pax und K. Hoffmann; doch geht leider der Druck jetzt nur langsam vorwärts.

Mehrere umfangreiche Manuskripte liegen druckfertig oder nahezu druckfertig vor; bei der großen Verzögerung, der jetzt fast alle wissenschaftlichen Veröffentlichungen unterliegen müssen, wird auch der Druck dieser Manuskripte nicht so schnell gefördert werden können, wie es im Interesse des akademischen Unternehmens und der Verfasser liegt, welche eine große jahrelange Mühe auf ihre Fertigstellung verwandt haben. Es handelt sich um folgende Gruppen:

A. Engler und E. Irmscher, *Saxifragaceae-Saxifraga*, Schluß.
O. E. Schulz, *Cruciferae-Brassicinae*.
A. Lingelsheim, *Oleaceae-Fraxineae* et *Syringeae*.
R. Knuth, *Dioscoreaceae*.

Außerdem sind dem Abschluß nahe J. Schuster, *Cycadaceae*, und F. Kränzlin, *Orchidaceae-Oncidieae*.

Es sind Verhandlungen im Gange, welche hoffentlich dazu führen, daß wenigstens ein Teil dieser Arbeiten im Laufe des Jahres 1917 abgedruckt und ausgegeben wird.

Geschichte des Fixsternhimmels.

Bericht des Hrn. Struve.

Die Arbeiten im Bureau der Geschichte des Fixsternhimmels haben, unter Mitwirkung des alten Personals, im vergangenen Jahre planmäßig ihre Fortsetzung gefunden. Die Reduktionen der eingetragenen Katalogörter auf das Äquinoktium 1875 sind für die Stunden $15^h\ 12^m$ bis $20^h\ 5^m$ vollendet, und es steht zu hoffen, daß im Jahre 1917 die Reduktion der Nordsterne beendet sein wird. Die Bearbeitung der Polsterne, die nicht in diesen Reduktionen enthalten sind, ist, um keine Stockung in den laufenden Arbeiten des Bureaus eintreten zu lassen, von dem wissenschaftlichen Beamten übernommen worden und von 81° bis 88° in den ersten vier Stunden fertiggestellt. Ferner liegt der Cambridger Katalog für 1845.0, dessen Anfang noch von Hrn. Auwers bearbeitet war, und dessen Fortsetzung der wissenschaftliche Beamte übernommen hatte, jetzt als Zettelkatalog fertig vor und soll demnächst auf die Zettel eingetragen werden. Ein weiterer Cambridger Katalog für 1855.0, der die Jahreskataloge 1849 bis 1869

umfaßt, ist in Angriff genommen und in seinen Vorarbeiten nahezu vollendet; er soll im Jahre 1917, wenn irgend möglich, derartig gefördert werden, daß seine Ergebnisse noch bei der Drucklegung des Generalkatalogs der Geschichte des Fixsternhimmels, die von der Kommission für die nächste Zeit ernstlich erwogen wird, mit verwertet werden können.

Kommission für die Herausgabe der „Gesammelten Schriften Wilhelm von Humboldts“.

Bericht des Hrn. Burdach.

Der Druck des wichtigen 14. Bandes (Tagebücher I) konnte ungeachtet aller Schwierigkeiten, die infolge des Kriegs der Geschäftsführung des Verlegers (Friedrich Feddersen) erwuchsen, unter großen Opfern vollendet werden. Zeitweise stand das freilich in Frage, da der Verleger, dessen Hauptmitarbeiter (Bloch-Wunschmann) Anfang September 1915 bei Grodno als Reserveleutnant gefallen ist, während mehrerer Monate selbst zum Heeresdienst eingezogen war und keinerlei Ersatzmann oder Gehilfen für sein Verlagsgeschäft gewinnen konnte. Der 14. Band (41 Bogen umfassend) ist Ende Juli des Berichtsjahres ausgegeben und im August-September versandt worden.

Interakademische Leibniz-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Die der Leibniz-Kommission unserer Akademie obliegende wissenschaftliche Arbeit an der Leibniz-Ausgabe ist auch im verflossenen Jahre ununterbrochen fortgeführt worden.

Corpus Medicorum Graecorum.

Bericht des Hrn. Diels.

Hr. Oberstudienrat Dr. Helmreich (Ansbach) hat auf Grund der in Betracht kommenden Hss. den Text von Περὶ τῶν ἐν ταῖς τροφαῖς δυνάμεων libri III und von Περὶ εὐχυμίας καὶ κακοχυμίας druckfertig gestellt.

Hr. Rektor Dr. Ilberg (Leipzig) hofft, im Jahre 1917 die vielfach unterbrochene Arbeit am Soranos zu Ende führen zu können.

Hr. Oberlehrer Dr. Wenkebach (Charlottenburg) berichtet folgendes:

»Auch nach der Kriegsmusterung 1916 im Schuldienste verblieben, habe ich eine karg bemessene Muße darauf verwenden können, Galens letzten Kommentar zum dritten Epidemienbuche des Hippokrates für

den Druck fertig zu machen, so daß nun alle 6 Kommentare zu Epidem. I und III auf Grund der griechischen Überlieferung und konjekturaler Berichtigung bis auf die noch fehlenden Testimonia im Rohbau vollendet sind. Die arabische Überlieferung, die für die Textgestaltung dieser Schrift schon lange als notwendig erkannt ist, aber immer noch nicht zur Verfügung steht, ist später in den bereit liegenden Text hineinzuarbeiten; sie wird, wenigstens nach Proben aus dem Proömium zu urteilen, viele jetzt noch klaffende Lücken schließen und auch andere Schäden beseitigen helfen. Die ebenfalls noch aufgeschobene Wiederherstellung des von Chartier (Bd. IX S. 1—3, 8 ἔγνων = XVII A S. 1—5, 12 K.) durch Rückübersetzung aus dem Lateinischen gefälschten Stückes der Einleitung muß auf Hunains Übersetzung aus dem Cod. Scorial. Arab. 804 und auf die Übersetzung des Nicolaus Machellus (Niccolò Macchelli aus Modena) aus der 2. Juntina (von 1550) gegründet werden.

Die Arbeit am zweiten Epidemienbuch ist durch die Entdeckung erledigt, daß die allein veröffentlichten Kommentare 2 und 3 dieses Buches, die Chartier und Kühn der 1617 in Venedig erschienenen Editio princeps des Io. Sozomenus nachgedruckt haben, einen medizinischen Cento aus der zweiten Hälfte des 16. oder dem Anfange des 17. Jahrhunderts bilden, zusammengeflickt aus Hippokrates- und besonders Galenzitaten und aus Erläuterungen, die mit der Mehrzahl der angeführten Stellen aus dem Kommentar des bekannten Metzer Arztes und Hippokratesforschers Anuce Foes (Basel 1560) und wahrscheinlich auch aus dem Hippokrateslexikon desselben Gelehrten (Oeconomia Hippocratis, Frankf. 1588) in betrügerischer Absicht entnommen sind. Mögen die nach ihrer Herkunft noch nicht bestimmten Teile aus eigener Gelehrsamkeit des Fälschers stammen oder, was glaubhafter scheint, aus anderen Quellen geschöpft sein, das Ergebnis bleibt dasselbe: was noch Kühns Ausgabe Bd. XVII A S. 313—462 als schwer beschädigte Überbleibsel des galenischen Kommentars zum 2. Epidemienbuche bietet, muß als pseudogalenisch aus der akademischen Ausgabe ausscheiden.«

Für den pseudogalenischen Kommentar zu Hippokrates Περὶ χυμῶν haben Prof. Kahle (Gießen) und Prof. Kalbfleisch (Gießen) die arabisch-deutschen Stücke und die Vorrede so weit gefördert, daß der Druck des Ganzen jederzeit beginnen kann.

Hr. Prof. Dr. O. Hartlich (Grimma) hat das Manuskript zu Galens (?) kleiner Schrift Περὶ πτισάνης eingesandt.

Hr. Prof. Dr. M. Wellmann (Potsdam) hat seine Arbeiten über Bolos-Demokritos fortgesetzt und auch das Steinbuch aufgearbeitet. Neben Bolos spielt Zachalias hier eine wichtige Rolle. Seine Schrift

Περὶ λίθων ist Quelle des Orphischen Gedichts und geht in letzter Linie auf Zoroaster zurück, während Euax-Damigeron auf Bolos-Zoroaster weist. Auch der Physiologus ergab wichtige Resultate. Er ist um 300—400 nach Chr. in Syrien entstanden. Sein naturwissenschaftliches Material stammt in letzter Linie aus Bolos-Anaxilaos.

Hr. Dr. Viedebantt berichtet: »Die Textkonstituierung der Metrologica für das Medizinerwerk konnte aus dem in den beiden Vorberichten angegebenen Grunde angesichts der Fortdauer des Krieges auch in diesem Jahre noch nicht vollendet werden. — Die Metrologie durchläuft zur Zeit unstreitig eine Krise. Sie zu überwinden bedarf es einer sorgfältigen Beobachtung der Krankheitssymptome, einer Ausscheidung der schädlichen Keime: einer gründlichen Revision der Methode. Meine Diagnose und Therapie in dieser Frage ist enthalten in einer im Berichtsjahre zum Druck gegebenen Aufsatzreihe 'Forschungen zur Metrologie des Altertums' (Abhandl. d. Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch., phil.-hist. Kl., XXXIV 3), in der, wie hier besonders hervorgehoben sei, S. 42 ff. auch kurz die Textfrage der metrologischen Medizinertraktate berührt wird.«

Hr. Privatdozent Dr. E. Nachmanson (Uppsala) berichtet über die von ihm übernommene Ausgabe des Erotianos folgendes:

»Im letzten Jahresbericht habe ich die Ablieferung des Manuskriptes zur neuen Ausgabe für das Ende des Jahres 1916 in Aussicht gestellt. Leider kann ich dieses Versprechen nicht einlösen. Die Fertigstellung der angekündigten Prolegomenaabhandlung hat nämlich mehr Zeit erfordert, als ich damals glaubte. Die 'Erotianstudien' werden in der Serie '*Arbeten, utgifna med understöd af Vilhelm Ekmans Universitetsfond, Uppsala*' erscheinen. Bis jetzt sind fünfzehn Bogen zum Abdruck gelangt, und das Buch wird voraussichtlich in der ersten Hälfte des Jahres zur Ausgabe kommen. Die Edition selbst wird dann nicht lange auf sich warten lassen.«

Über die Arbeiten im Auftrage der Kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften berichtet Hr. Heiberg (Kopenhagen) folgendes:

»Hr. Rektor Dr. K. Hude hat die Ausgabe des Aretaios fast druckfertig gemacht; es fehlen nur Proben der Hss. in Berlin, Leipzig und München, um ihre Stellung bestimmen zu können, sowie die Vervollständigung der Similia.

Hr. Dr. H. Raeder hat an der Konstituierung des Textes der Collectiones medicae des Oribasios gearbeitet, da es nicht möglich gewesen, die Drucklegung der Synopsis und der Schrift Ad Eunapium in Angriff zu nehmen.«

Über seine eigne Arbeit berichtet Hr. Heiberg: »Die Drucklegung von Paulos Aiginetes Bd. I ist gefördert bis zum 17. Bogen; Bogen 1

bis 12 liegen im Reindruck vor. Bd. II ist druckfertig bis auf eine Revision der Pariser Hss. für Buch VI.«

Daneben hat Hr. Heiberg an einer größeren Abhandlung gearbeitet, worin die Überlieferung des Werkes, die viel Eigentümliches bietet, ausführlich dargelegt werden soll.

Deutsche Commission.

Bericht der HH. Burdach, Heusler und Roethe.

Wiederum hat die Deutsche Commission trauernd trefflicher Mitarbeiter zu gedenken, die ihr der unerbittlich weiter mähende Krieg geraubt hat. Am 2. October 1916 fiel in den Kämpfen vor Luck Oberlehrer Dr. Kurt Matthäi (Hildesheim), der in den 'Deutschen Texten des Mittelalters' 1913 einen ersten Band mittelhochdeutscher Minnereden bereits herausgegeben hat und im Begriffe stand, einen zweiten Band abzuschließen, den wir aus seinem Nachlasse noch zu veröffentlichen hoffen. Seit den Decemberkämpfen vor Verdun wird cand. phil. Max Gleitsmann vermißt, der zu den eifrigsten jüngeren Helfern des Handschriftenarchivs gehörte. Schon zu Anfang des Jahres fiel in den Argonnen Reinhold Gensel, ein langjähriger, besonders treuer Mitarbeiter des Archivs.

Von neuem hat sich die Zahl der verfügbaren Mitarbeiter vermindert, und an einen ernstlich ergänzenden Zuwachs ist während der Kriegsdauer nicht zu denken. So hat sich abermals das Maß des Geleisteten gegen das Vorjahr verringert; aber es war doch auch in diesem Jahre nicht nur möglich, sämtliche Unternehmungen im, freilich verlangsamten, Gange zu halten, sondern auch neuen Aufgaben vorbereitend näherzutreten, für die uns der Krieg mit seinen Gefangenlagern erst das Material zur Verfügung gestellt hat: über diese werdenden Arbeiten wird im nächsten Bericht Weiteres mitzuteilen sein.

Das geschäftsführende Mitglied der Commission, Hr. Roethe, ist seit dem 1. September 1916 aus dem activen Heeresdienst entlassen und hat die Leitung der Geschäfte wieder übernommen. Der Archivar der Commission, Hr. Dr. Behrend, konnte im verflossenen Berichtsjahre, abgesehen von einer vierzehntägigen militärischen Unterbrechung im April 1916, seine amtliche Tätigkeit im vollen Umfange ausüben.

Besonders schwer hat die **Inventarisation der deutschen Handschriften des Mittelalters,** die auf eine vielköpfige Mitarbeit angewiesen ist, unter der Ungunst der Verhältnisse gelitten: der Krieg hat da viele Fäden abgerissen oder gelockert, und wir müssen darauf

gefaßt sein, daß im Frieden weithin ein neuer Aufbau dieser Arbeiten nötig werden wird. Nur dem glücklichen Umstand, daß einige wenige besonders eifrige Mitarbeiter trotz allen Ansprüchen des Krieges für uns tätig geblieben sind, verdanken wir es, daß auch diesmal ein Zuwachs von annähernd 500 Beschreibungen zu melden ist: das Archiv besitzt jetzt im ganzen etwa 9850.

In der Schweiz fuhr unser Berner Mitarbeiter Dr. Wilhelm J. Meyer mit der Beschreibung der Handschriften der Ökonomischen Gesellschaft zu Freiburg fort. Das Historische hat auch diesmal den Vorsprung; es finden sich historische Lieder Salats samt Gegenliedern, außer Schillings Chronik der Burgunderkriege Balthasar Stapfers Beschreibung des Kappeler Krieges von 1531 in später Abschrift. Näheres Eingehen verdient eine deutsche Übersetzung der Griseldis des Petrarca.

Aus Ungarn teilte unser Beauftragter Prof. Gragger, der jetzt den neugeschaffenen außerordentlichen Lehrstuhl des Ungarischen an der Berliner Universität einnimmt, einige weitere Bruchstücke deutscher Dichtungen mit, die seine »Mitteilungen über deutsche Handschriften in ungarischen Bibliotheken« (Ungarische Rundschau 1915. 16) ergänzen.

Eine aus Ossegg (in Böhmen) zur Benutzung für die Akademie-Ausgabe des 'Ackermann aus Böhmen' nach Berlin gesandte, schon in den Xenia Bernhardina kurz skizzierte Handschrift von 1402, die unter anderem des Prager Erzbischofs Johann von Jenzenstein 'Libellus de bono mortis' enthält, beschrieb Dr. Behrend nach unseren Grundsätzen.

Aus München trafen von Dr. Petzet, der ebenso wie unser anderer Münchner Mitarbeiter Dr. Leidinger zum ordentlichen Mitglied der Münchner Akademie der Wissenschaften gewählt worden ist, 18 Beschreibungen ein. Außer schon früher bekannten und benutzten Handschriften findet sich ein deutsches Gebetbuch, ursprünglich im Besitz der Katharina Muffel von Eschenau (geb. 1477). Von der Schrift des Aegidius Colonna 'De regimine principum' wurden zwei Handschriften derselben Übersetzung eingehend beschrieben. Petzet stellt fest, daß der Herzog Albrecht, für den die Übersetzung gefertigt wurde, nicht wie Schmeller annahm, Albrecht V. von Bayern gewesen sein könne, vermutet vielmehr Herzog Albrecht von Österreich (1399—1439), der schon 1411 die Regierung in Österreich antrat und 1438 als Albrecht II. deutscher Kaiser wurde. — Cgm 5249, 22b enthält eine Weltchronik, die der Pseudo-Rudolfischen jüngeren Recension angehört: dieser Codex ist nicht, wie Ehrismann vermutet, identisch mit dem Fragment in Maßmanns Kaiserchronik III. 183, Nr. 56b. — Die Beschreibung der vor Jahren von Dr. Mausser begonnenen umfänglichen Münchner Behaimhandschrift führte Dr. Gille bei einem kürzeren Aufenthalt in München zu Ende.

Eine dem 15. Jahrhundert entstammende, für ein Nonnenkloster bestimmte umfängliche Gebetshandschrift der Landesbibliothek zu Stuttgart beschrieb Dr. Leuze.

Von drei Heidelberger Behaimhandschriften der Palatina lieferte Dr. Gille genaue Beschreibungen.

In Straßburg i. E. setzte Dr. Alfons Semler, der inzwischen nach Überlingen übergesiedelt ist, für uns seine Arbeit in der Stadtbibliothek und im Stadtarchiv fort. Als Ertrag buchen wir außer schon früher Bekanntem, jetzt eingehender Beschriebenem ein deutsches Planetenbuch mit angehängten medicinischen Anweisungen (2. Hälfte des 15. Jahrhunderts). Im Handbuch J. G. Abels (1659) sind deutsche Reime und Sprüche auch älterer Zeit verzeichnet. Ein Pasquill in deutschen Reimen auf Bischof Leopold von Straßburg stammt aus dem Jahre 1610. Auch die Wenckerschen Sammlungen im Stadtarchiv ergaben einige historische Gedichte. Aus der späteren Zeit waren elsässische Dichtungen, auch Lavateriana zu verzeichnen. Dr. Semlers Vermittlung danken wir ferner ein summarisches Verzeichnis deutscher Handschriften in der Straßburger Bischöflichen Bibliothek, der geistliche Oberlehrer Dr. Pfleger hatte es seinerzeit gefertigt. Näherer Beschreibung bedarf außer einem 'Guldin Passional' (16. Jahrhundert) ein deutscher 'Stimulus amoris'.

Mit dem Director der Jenaer Universitätsbibliothek, Geheimem Hofrat Brandis, wurde, da an Ort und Stelle sich kein dauernder Bearbeiter finden ließ, die Verabredung getroffen, daß die in Betracht kommenden Handschriften nach Berlin zum Handschriftenarchiv zur Beschreibung gesandt werden sollten. An der Hand eines von unserm Archivar während eines kurzen Aufenthalts gefertigten Verzeichnisses sind bereits 7 Handschriften gesandt worden. Von den durch Dr. Behrend beschriebenen Codices enthält einer eine Psalmenübersetzung des 15. Jahrhunderts, ein anderer eine Minnejagd in niederdeutscher Reimprosa. Am wertvollsten ist die von Dr. Behrend in Jena entdeckte Handschrift des 'Ackermann aus Böhmen', die durch Alter und Illustrationen eine Rolle spielt. Behrend zeigte, daß sie in dem von Alois Bernt entworfenen Stammbaum neben a ihren Platz finde, mit a von α abhängig sei, zu β aber Beziehungen habe. Die Handschrift konnte nach Abschluß der Akademieausgabe des 'Ackermanns' noch in Bernts Vorwort besprochen werden. Erwähnt sei ferner eine thüringische Handschrift mit dem Leben der Heiligen Elisabeth (15. Jahrhundert) und eine aus einem Predigerhause bei Hildesheim stammende Sammelhandschrift mit dem 'Speculum animae' des Henricus de Hassia, in der gleichen Form wie Wolfenbüttel Herz. Bibl. Helmstedt 272.

Aus Breslau sandte cand. phil. Haertwig zahlreiche Beschreibungen von Handschriften der Stadtbibliothek; sie gehören der im letzten Jahresbericht bezeichneten Art an; auch diesmal überwiegen lateinische Gelegenheitsgedichte des 16. und 17. Jahrhunderts provincieller Herkunft.

Von den Handschriften der Kgl. Bibliothek zu Berlin beschrieb Dr. Behrend bei Gelegenheit eigner Arbeiten ein Dutzend Codices des 16. Jahrhunderts: vor allem handelt es sich da um politisch-satirische und geistliche Gedichte aus der Reformationszeit, daneben um Prosatractate, weltliche Lieder (ein Lied von den Flöhen Fol. 931, ein Liebesgedicht Fol. 755) und dergleichen Kleinliteratur; auch einige Lavaterhandschriften wurden kurz verzeichnet. Über eine früher in der Phillipsschen Bibliothek zu Cheltenham befindliche Handschrift von Meisterliedern Behaims berichtete kurz Dr. Gille. — Aus der Sammlung Lipperheide, die sich im Berliner Kunstgewerbemuseum befindet, waren zehn Stammbücher des 16. und 17. Jahrhunderts, aus der Zoozmannschen Sammlung, die in der Auction Graupe 1916 versteigert wurde, eine lateinische Mischhandschrift des 15. Jahrhunderts aufzunehmen: auch das besorgte Dr. Behrend.

Eine Handschrift aus Burg Eltz, die ein deutsches Tintenrecept enthält, trug Dr. Christ aus früheren Sammlungen nach. Dr. Adolf Becker beschenkte das Handschriftenarchiv mit der Abschrift von Fragmenten einer Margaretenlegende aus der Stadtbibliothek zu Trier.

Eine Reihe während seines Aufenthalts in Rom früher gefertigter Beschreibungen legte Dr. Christ vor; wir lernen eine deutsche Übersetzung von Ciceros 'De officiis' vom Jahre 1472 kennen, deren Verfasser bisher nicht festgestellt werden konnte. Eine andere Handschrift der Vaticana steht der Heidelberger Handschrift Pal. 633 nahe und enthält wie diese den Tractat des Mönchs von Heilsbronn über die sechs Namen des Fronleichnams; sie entstammt dem Dominicanerinnenkloster St. Katharina in Nürnberg; ein mystischer Tractat beschließt diese dem ausgehenden 14. Jahrhundert angehörende Handschrift. Ein Formelbuch aus der Zeit Kaiser Siegmunds enthält in der Mehrzahl Briefe eines Erfurter Studenten Johannes und mag um Erfurt entstanden sein; deutsche Reimgrüße sind angehängt. Auf ein geistliches Würfelbuch (Rom. Vat. Reg. Lat. 1417) hatten schon früher Greith und Frommann kurz hingewiesen. Cod. Vat. Reg. Lat. 507 bietet die Königstochter von Frankreich von Hans von Bühel (Bethmann hatte irrtümlich die 'Geschichte der schönen Magelone' angegeben) in lateinischer Prosa dar; ihr Übersetzer ist der Jurist Justinus Göbler, der zuletzt im Dienste der Stadt Frankfurt a. M. tätig war und 1567 starb. Dr. Christ hat

überdies eine dankenswerte Übersicht deutscher Handschriften in Italien geliefert, die ihm teils selbst vorgelegen haben, teils ihm aus der Literatur und Katalogen bekannt geworden sind; dieses Verzeichnis wird die Unterlage für künftige Arbeiten bilden können; namentlich sind die römischen Bibliotheken ausgiebig behandelt.

Die Verzettlungsarbeiten wurden durch den kriegsentlassenen Dr. Böttcher fortgeführt. Unser Archivar, Dr. Behrend, widmete seine Hauptarbeit dem Katalog des gedruckten Materials. Mehrere Hundert von Zeitschriftenbänden wurden excerpiert, gegen 3500 Nachweise aus ihnen gewonnen.

Auskünfte konnten mit Erfolg erteilt werden; umfänglichere Zusammenstellungen unserer Materialien aus dem Gebiet der Meteorologie und der Fischkunde wurden gefertigt. Das Leipziger Institut für Geschichte der Medicin erhielt wie früher Abschriften der medicinischen Materialien.

Einige vom Schulrat Dr. Fritz Jonas zur Verfügung gestellte Justus Möser-Briefe wurden abgeschrieben und den Sammlungen für eine künftige Ausgabe einverleibt.

Von den **Deutschen Texten des Mittelalters** konnte im Berichtsjahre kein neuer Band ausgegeben werden. Der Herausgeber Hr. Roethe wie sein Helfer Hr. Privatdocent Dr. Arthur Hübner waren während des größeren Teiles des Jahres im Felde; das gleiche galt für die Herausgeber der im Satz befindlichen Bände XXVI. und XXVII. Dr. Adrian und Dr. Päpke. Hinzu kamen Druckschwierigkeiten, die dazu nötigten, mit dem Druck neuer Werke zu warten, bis die im Satz stehenden Partien der begonnenen Bände abgesetzt werden konnten.

So wurde wesentlich der XXIX. Band gefördert: 'Der Trojanerkrieg, aus der Göttweicher Handschrift, hrsg. von Alfred Koppitz'. Diesem außerordentlich verderbten Texte kam das lebhafte Interesse Karl von Kraus' in Wien zugute, der wie in früheren Jahren auch diesmal wieder dem Leiter der Sammlung seine überaus wertvolle Unterstützung lieh.

Außer den im vorjährigen Bericht angekündigten drei Bänden (Gereke, Seifrieds Alexandergedicht; Oehl, Offenbarungen der Christina Ebner; Drescher, Hartliebs Übersetzung des Caesarius von Heisterbach) liegen augenblicklich druckbereit vor: Die Oxforder Mystikerhandschrift, hrsg. von Philipp Strauch; Konrad von Helmsdorf, Der Spiegel menschlichen Heils, aus der Handschrift der St. Galler Stadtbibliothek hrsg. von Axel Lindqvist; Ein Rheinhessisches Osterspiel nebst dem Fragment

eines Alexiusspiels, aus der Berliner Hs. M. Germ. Fol. 1219, hrsg. von Hans Rueff. Wir hoffen, daß es möglich sein wird, im nächsten Jahre einige dieser Bände zum Druck zu befördern.

Über die **Wieland-Ausgabe** berichtet Hr. Seuffert: 'Der 4. Band der ersten Abteilung von Wielands Gesammelten Werken ist ausgegeben worden. Inhalt und Ordnung dieses Bandes der Prosaischen Jugendschriften wurde noch von Erich Schmidt bestimmt, das erste Drittel unter seiner Leitung fertig gedruckt; vom übrigen stand bei seinem Tode das meiste im Satz. Er hatte von den Züricher Schülerheften nur einzelnes vollständig, das andere stark gekürzt mitteilen wollen. Wenn nun auch diese Vorlesungshefte gewiß keine ebenmäßige Bedeutung für jede Seite beanspruchen können, so war doch die ungleiche Behandlung in einer wissenschaftlich erschöpfenden Sammlung von Wielands Schriften nicht unbedenklich. Die Überlieferung macht den Eindruck wortgetreuer Nachschrift von Dictaten. (Inwieweit dies durch die äußere Form der Handschriften, die der Berichterstatter nie gesehen hat, bewiesen werden kann, wird im Lesartenband darzustellen sein.) So gibt sie, freilich unter dem beschränkenden Gesichtswinkel einer Mittelschullehre, die das Gemeingültige neben, ja vor dem Besonderen des Lehrers enthalten mußte, und gewiß nur für die kleine Privatschulstube im Gedränge der neuen Pflicht zusammengetragen, nicht für die Öffentlichkeit ausgearbeitet, doch zuverlässige Zeugnisse für Wielands Anschauungen in der Zeit seiner Gärung, seines sich erneuernden Christentums, seiner tastenden Kunstansichten, seines auftauchenden Verhältnisses zur Geschichte: und in allem und jedem für seine Unterrichtsweise, deren erste so fleißige Übung ihre Nachwirkung bis in die Zeit Karl Augusts vererbt haben mag. Nur aus ungekürzter Veröffentlichung kann Entlehntes und Eigenes geschieden werden; und Richtung und Art des Anschlusses an Hilfswerke erkennen zu können, ist wichtig genug, um auch Gemeinplätze und Weitschweifigkeit dabei hinzunehmen, die ja in ihrer Weise auch wieder kennzeichnend für den jugendlichen Erzieher sind. Darum wurde statt Erich Schmidts Auslese der vollständige Text aufgenommen. Gerade durch diesen Teil zeichnet sich der Band vor allen bisher erschienenen aus: er ist aus bislang verborgenen, durch Schmidts Bemühen auf Anregung des Berichterstatters gehobenen Handschriften ausgiebig bereichert.

Die ersten $13^1/_2$ Bogen hat Fritz Homeyer, die übrigen 31 Hugo Bieber bearbeitet. Beide standen bei Vollendung des Bandes im Heeres-

dienst. So mußte der Berichterstatter die letzten Revisionen von Seite 21. 22 und Bogen 36—39, 41—45 lesen und ohne die Mitwirkung der Herausgeber das Imprimatur erteilen. Er hat auch das während der Drucklegung des Bandes bekannt gewordene Jugendgedicht an Johann Georg Urban angehängt, die von Budde Wieland zugeteilte Pfingstode als wahrscheinlich Zimmermannsches Eigentum ausgeschieden. Auf seine Veranlassung sind die in Tagesaufgaben zerschnittenen Aufsätze des Klosterbergener Schulheftes zusammengefügt und sachlich geordnet worden; erst dadurch werden Wielands Schularbeiten übersichtlich.

Die Jugendschriften Wielands liegen nun abgeschlossen vor bis auf den bestrittenen Anteil an den Görlitzer Grandisonbriefen. Nachweise, Lesarten, Erklärungen usw. werden nach der Rückkehr der Herausgeber zur friedlichen Arbeit folgen. Um diese für die ganze Reihe der Bände zu beschleunigen, ist ein Rundschreiben an Bibliotheken ergangen, durch das deren Besitz an echten Drucken, einschließlich der schwer erkennbaren sogenannten Doppeldrucke und an Handschriften erkundet werden soll.'

Über die Fortschritte des '**Rheinischen Wörterbuchs**' berichtet Hr. Prof. Dr. Josef Müller in Bonn:

'Trotz der durch die Einberufung des Berichterstatters verursachten Hemmung konnten die Arbeiten am Wörterbuche fortgeführt werden, da die noch zu verzettelnden Beiträge die Hilfskräfte, die in jahrelanger Mitarbeit eine hinlängliche Sicherheit sich erworben haben, reichlich beschäftigte. Im April 1916 wurde der Berichterstatter aus dem Heeresdienst entlassen, und so konnten die Arbeiten in erhöhtem Maße wieder aufgenommen werden, um so mehr, als die treue Mitarbeiterschaft in kaum erwartetem Entgegenkommen trotz der Schwere der Zeit Fragebogen, Anfragen beantwortete und freie Beiträge einsandte. Wir erblickten unsere Hauptaufgabe eben darin, das Interesse der Mitarbeiter neu zu wecken, ihre Sammeltätigkeit auf bestimmte Gebiete zu lenken und immer wieder zu mahnen und zu bitten. Die Ausgänge an Briefen, Drucksachen, Dankschreiben usf. von Mai 1916 an weisen 1900 Nummern auf, worauf 980 Eingänge zu verzeichnen sind. Ausgesandt wurden Fragebogen 23—29, davon 27—29 als neue Fragebogen; außerdem hektographierte Fragebogen 3—5, die besondere Fachgebiete betreffen. Die rheinischen Seminare sandten 2000 beantwortete Fragebogen zurück; durch diese Höchstleistung haben sie sich gerade in der schweren Zeit das höchste Verdienst um das Heimatswerk erworben. Immer mehr

kommt es uns zum Bewußtsein bei der Ausarbeitung, daß ohne diese Mitarbeit das Rheinische Wörterbuch nie und nimmer die Stoffülle, die über das ganze Gebiet reichenden Belege der Einzelwörter besitzen würde. Aber auch unsere freien Mitarbeiter beteiligten sich diesmal mehr an der Beantwortung der Fragebogen; von ihnen erhielten wir 1841 Einzelfragebogen zurückgesandt, die insofern wertvoll sind, als aus ihnen die größere Sachkenntnis älterer Kenner der Mundart spricht. Neben diesen 3843 Fragebogen gingen 376 oft umfangreiche, freie Beiträge ein, die noch zu verzetteln sind, dazu 150 Zettelbeiträge, die 13500 Zettel zählten. (Auffallend ist es, daß unsere Mitarbeiter lieber ihre Beiträge auf Bogen zusammenschreiben, als daß sie Zettel benutzen.) Der Apparat des Rheinischen Wörterbuchs zählt nun in 265 Kästen à 4000 Zettel rund 1 Million 60000 Zettel, wovon 70000 im Berichtsjahre neu hinzukamen. 65 Bände Ortsliteratur und Urkundenbücher wurden neu ausgezettelt. Die Verzettelung der Fragebogen ist bis 24 fortgeschritten.

Hr. Prof. Dr. Frings berichtet über seine Tätigkeit für den rheinischen Sprachatlas und die rheinische Grammatik folgendes: Bei einem zweimaligen Aufenthalt am Sprachatlas des Deutschen Reiches wurden die Endungskarten und die Langvocale und Diphthonge einer ersten Durcharbeit unterzogen. Die Arbeit an der rheinischen Grammatik geht ständig weiter. Als Vorstudien erschienen die Arbeit über die rheinische Accentuierung in der deutschen Dialektgeographie XIV und zwei Aufsätze in den 'Beiträgen zur Geschichte der deutschen Sprache und Literatur'. Der eine behandelt die Geschichte des rip.-nfr. Übergangsgebiets (Beitr. 41, 193f.), der andere die Geschichte des Niederfrk. (Beitr. 42, 177f.). – Hr. Prof. Dr. Trense steht seit Kriegsbeginn im Felde. Der Berichterstatter hat die lange unterbrochene Bearbeitung des Buchstabens A von *a—ack* zu Ende führen können. Sie soll, wenn es die Verhältnisse gestatten, im Flusse bleiben, so daß nach Kriegsende sofort mit dem Drucke begonnen werden kann.

Zu besonderm Dank ist das Rheinische Wörterbuch folgenden Mitarbeitern verpflichtet. Hr. Dr. Schwarz, unser langjähriger Assistent, der nun als Bataillonsadjutant seit Kriegsbeginn im Felde steht, machte uns jüngst auf zwei handschriftliche Idiotiken des Moselfränkischen aus dem 18. Jahrhundert aufmerksam, deren Erwerb in die Wege geleitet ist; außerdem sicherte er uns seine eigene umfangreiche Sammlung zu. Die wertvollen Dienste, die er dem Wörterbuch in jahrelanger Arbeit geleistet hat, haben so einen wahrhaft würdigen Abschluß gefunden. Er wird dem Heeresdienste treu bleiben.

Hr. Lehrer Meyers übergab uns am 20. Dezember eine umfangreiche Arbeit, in welcher 3500 vom Schriftdeutschen abweichende oder

rein mundartliche Wörter der Eifelmundart (Prüm) phonetisch genau aufgezeichnet sind. Der Wert dieser überaus fleißigen Arbeit besteht aber vor allem in der durch Redensarten, Sprichwörter und andere Beispielsätze belegten. genau durchgeführten Bedeutungsentwicklung der Einzelwörter. Kein bestehendes gedrucktes Sonderwörterbuch einer rheinischen Mundart reicht entfernt an diese Leistung heran: wir haben also eine die Eifelmundart erschöpfende Quelle von höchstem Wert erworben.

Hr. Rechnungsrat Focht aus Saarbrücken überwies dem Wörterbuche 2000 Zettel, mit denen dieser bekannte Kenner der Trierer Mundart seiner Vaterstadt endlich den lange vorenthaltenen Platz in unserer Sammlung verschaffte. Aber auch der Verein 'Trierisch' beginnt nun mit der Herausgabe seines seit langen Jahren gesammelten reichhaltigen Wörterbuchs der Trierer Mundart.

Hr. Rector Jungk blieb unermüdlich tätig in der Auszettelung ungedruckten urkundlichen Stoffes aus Saarbrücker Quellen. Hrn. Rechnungsrat Gehring aus Vallendar verdanken wir 2500 Zettel, wovon allein 1000 volkstümliche Pflanzennamen, botanisch genau bestimmt, in der Mundart des Westerwaldes behandeln, eine Leistung, die um so gelegener kommt, als gerade dieses Gebiet noch sehr der Sammlung bedarf.

Hr. Oberpostsecretär a. D. Ernst aus Eupen, dessen Anregung die echt volkstümliche Erzählung 'Was Altmutter erzählt' in der Eupener Zeitung zu verdanken ist, arbeitete fast ganz den Buchstaben A in Eupener Mundart aus, auch hierbei besonders auf die Aussprache und die Bedeutungsentwicklung achtend. Hr. Konditor Grass in B.-Gladbach war erfolgreich tätig in der Darstellung der bergischen Gewerbesprache; auch übergab er uns hier unbekannte bergische mundartliche Literatur.

Hr. Schell in Elberfeld vervollständigte in reichem Maße das Elberfelder Wörterbuch und bereicherte aus seiner bekannten Forschertätigkeit heraus, die besonders dem bergischen Volksleben gilt, unsere Sammlung hinsichtlich des Volksglaubens und der Volkssitte.

Die HH. Pfarrer Thielen aus Mesenich und Kilburg aus Geichlingen blieben auch in diesem Jahre unermüdliche Sammler, denen manches seltene Wort und mustergültige Bearbeitung zu verdanken ist.

Hr. Lehrer Schröder aus Trier nahm nach seiner Rückkehr aus dem Felde seine Sammeltätigkeit für Mehringen a. d. Mosel wieder auf und zeigte durch den Umfang und die Güte seiner Arbeit, daß er neben Hrn. Lehrer Speth aus Enkirch der beste Kenner und erfolgreichste Sammler der Moselmundart ist. Hr. Kaufmann Hugo Wild

aus Idar, von unserm bewährten Mitarbeiter, Hrn. Lehrer Brill, gewonnen, konnte ein umfassendes handschriftliches Idiotikon von Idar einsenden.

Von den vielen übrigen Mitarbeitern, die uns treue Dienste leisteten, seien die dankend erwähnt, deren Beiträge besonders umfangreich waren, oder die allmählich ihre Sammlung bis zum Umfange eines Dorfidiotikons steigerten: Heinrich Andre, Ernst: Gertrud Aryiss, Appeldorn; Ernst Bach, Düsseldorf: Maria Bauer, Dortmund: Justizrat Bendermacher, Wittlich: Hauptlehrer a. D. Bernhardt, Fechingen: Bertrams, Werden: Bläsius, Bernkastel; Bollenrath, Hellenthal: Lehrer Brill, Idar: Lehrerin Josefine Brey, Capellen: Amalie Buchmann, Brünen; Pfarrer Bungartz, Merkstein; Rector Butz, Coblenz; Prof. Dr. Capitaine, Eschweiler: Pfarrer Dr. Clemens, Rödingen: Wilh. Corsten, Rheinbach: Dohmen, Cöln: Vicar Döhn, Notberg: Lehrer Drottboom, Essen; Dyckmanns, Cleve: Pfarrer Eckert, Zemmer: Emschermann, Beuel; Feinendegen, Mülfort: Pfarrer Floss, Walheim: Fronhoffs, Sevelen: Lehrerin Gerster, Tetz: Hauptlehrer Goebel, Sinzig: Gokus, Mülheim a. Rh.: Goldberg, Neukirchen: Görg, Niederfischbach: Rektor Hack, Cöln; Hauptlehrer Helpenstein, Capellen: Dechant Hennes, Kesternich: Lehrerin Hespers, Cöln: Heymink, Essen: Hilsamer, Kenn; Hintzen, Kleinenbroich: Witwe Hoesen, Capellen: Gretchen Hogrebe, Cöln: Houber, Leutherheide; Pfarrer Ibald, Berglicht: Jaeger, Schoden: Frau Jansen-Becker, Kevelaer: Lehrer Jungmann, Wiesbaum; Kapp, Düsseldorf; Hauptlehrer Keller, Ensen: Kirch, Theley: Klapperich, Kaltenborn; Lehrer Klinkhammer, Obergartzen; Anna Kohl, Dhron; Kort, Bettingen: Kraus, Godesberg: Rector Kremer, Kaldenkirchen: Krumm, Remscheid: Lehrer Kück, Lüttingen: Löhr, B.-Gladbach: Hauptlehrer Ludwig, Bundenbach: Frl. Marx, Issel: Möhrer, Raeren: Lehrer Müller, Wolf: Hauptlehrer Müller, Sieglar: Lehrer Müller, Ebschied: Müller, Golzheim; Neuss, Widdersdorf: Hauptlehrer Noll, Elsdorf: Hauptlehrer Oomen, Frasselt: Lehrerin Pick, Kyllburgweiler: Seminarlehrerin Pilati, Xanten: Hauptlehrer Pötter, Waldniel: Reusch, Kleinlangenfeld: Lehrer Riemer, Rodenkirchen: Roth, Overath: Rott, Dortmund: Schiffer, Bonn: Lehrer Schmalohr, Viersen: Hauptlehrer Schmitz, Wallersheim: Pfarrer Schmitz, Kirchdaun; Vicar Schmitz, Würm: Hauptlehrer Schoop, Gladbach: Lehrer Schottler, Dahlem: Lehrer Schroeder, Trier: Schumachers, Friemersheim: Lehrer Sieben, Viersen: Lehrer Stein, Weiler: Dr. Steves, Wipperfürth; Rector Storm, Haldern: Thomas, Bellinghausen: Thum, Dülken; Hauptlehrer Trippel, Odenkirchen; Viess, Winden: Geh. Sanitätsrat Dr. Vossen, Düsseldorf: Gertrud Wagner, Cochem: Weidemann, M.-Gladbach: Weigang, Fieheln: Willms, Strohn: Wolff, Collig: Pfarrer Wynands, Pier.

Auch unsere Feldgrauen ließen uns nicht im Stich. Von Macedonien und vom Schwarzen Meer gar kamen uns Ihre Beiträge zu:

Baaken, Cöln-Lindenthal; Bamberger, Boos; Born, Mörsdorf; Dietrich, Neuwied; Foerster, Merkstein; Führers, Odenkirchen; Gather, Strümp; Gorges, Trier; Hoeber, Rheindahlen; Junk, Clüsserath; Martini, Merscheid; Mertens, Crefeld; Petgen, Nennig; Picard, Solingen; Schoor, St. Sebastian; Schwirtz, Inden; Teschen, Kleinenbroich; Veltjens, Crefeld; Verbeek, Straelen; Wilm, Duisburg, Zimmermann, Daxweiler.

Aber auch manchen trüben Bescheid erhielten wir auf unsere Bitte um Gedenken. Nicht mehr konnten uns antworten: Bleylevens, Dovern; Craus, Urbach; Dederichs, Hochneukirch; Fischer, Fechingen; Heisterkamp, Dinslaken; Heuser, Kempenich; Hoffmann, Kottenheim; Kelz, Euskirchen; Minas, Erbringen; Schabrucher, Crefeld; Wenzel, Birkersdorf. Unter den Gefallenen ist auch unser früherer Assistent, Hr. Dr. Hanenberg, von dessen rüstiger Kraft und Sachkenntnis das Wörterbuch noch viel erwarten durfte.

Wir hoffen, daß alle unsere Mitarbeiter im Felde den an sie gesandten Fragebogen hinsichtlich der Soldatensprache ebenso fleißig beantworten werden, wie sie unsere andern Fragebogen beantwortet haben.

Von den Hilfskräften schied Frl. Nobis nach dreijähriger, erfolgreicher Tätigkeit wegen Krankheit im Mai 1916 aus. Heute sind am Wörterbuche beschäftigt: Frau Astemer, Hr. Astemer, Frl. Steitz und Frl. Schmitz.

Über das 'Hessen-Nassauische Wörterbuch' schreibt Prof. Wrede in Marburg:

'Wiederholt wurde in diesen Berichten mit Genugtuung erwähnt, daß die großherzogliche Provinz Oberhessen in den Wörterbuchbezirk eingeschlossen werden konnte, und dabei der förderlichen Mithilfe mehrerer Herren in Gießen dankbar gedacht. Heute ist eine weitere Tatsache in gleicher Richtung zu buchen: der Gesamtsenat der Universität Gießen hat aus ihm zur Verfügung stehenden Mitteln dem Wörterbuch eine namhafte Summe zugewandt. Auch an dieser Stelle sei dafür herzlicher Dank ausgesprochen.

Das Rheinische Wörterbuch hat nunmehr alle Fragebogen, die es in den ersten Jahren seines Bestehens aus dem westlichen Nassau eingezogen hatte, in entgegenkommender Weise an das Hessen-Nassauische Wörterbuch abgeführt. Die Sammlungen des Hrn. Lycealdirectors Dr. Schoof in Hersfeld für ein Schwälmer Idiotikon, die er gleich bei Begründung unseres Werkes zur Verfügung stellte, sind jetzt ein-

gelaufen und verzettelt. Aus dem Nachlaß des auf dem Felde der Ehre gefallenen Mitarbeiters cand. phil. Freund aus Relbehausen bei Homberg (Jahresbericht 1916) konnten rund 4700 Zettel erworben werden. Freiwillige Eingänge im zweiten Kriegsjahr sind zwar nach Zahl und Umfang hinter denen von 1915 nicht unerheblich zurückgeblieben, jedoch mit Rücksicht auf die Zeitlage um so anerkennenswerter. Freilich, die vor dem Krieg für das Wörterbuch so ergiebige Quelle der Lehrerseminare ist jetzt fast ganz versiegt. Dagegen verdankt das Berichtsjahr wertvolle Einsendungen den HH. Amtsgerichtsrat von Baumbach in Fronhausen, Metropolitan Bötte in Allendorf, Regierungslandmesser Böttcher in Marburg, Wissenschaftl. Hilfslehrer Bonnet in Oberlahnstein, Frl. Helene Brehm in Rinteln, Oberlehrer Canstein in Dillenburg, Lehrer Combecher in Schönbach, Pfarrer Diefenbach in Horchheim, Oberlehrer Gottschalk in Biedenkopf, Lehrer Hack in Petersberg, Oberlehrer Heintz im Felde, Frau Hirschmann in Höhr, Cantor Hollstein in Dudenrode, Fabrikant Ickes in Gelnhausen, Cantor Kimm in Beuern, Lehrer Kitz in Kundert, Realschullehrer Kolb in Wiesbaden, Dr. Kroh in Marburg, stud. phil. Kunkel in Gießen, Lewalter in Cassel, Liedtke in Marburg, Lehrer Monick in Darmstadt, Amtsgerichtsrat Pitel in Homberg, Reichenbach in Rüdesheim, Frl. Marie Schäfer in Wiesbaden, Rector Schilgen in Cronberg, Lehrer Schmidt in Schenkelberg, Primaner Seebass in Marburg, Oberactuar Stein in Friedberg, Frl. stud. phil. Stock in Wiesbaden, stud. phil. Störfler in Wiesbaden, Lehrer Stumpf in Frankfurt, Primaner Wrede in Marburg.

Der Apparat umfaßt jetzt über 102000 revidierte oder combinierte Zettel. Vom populären Wörterbuch (Stichwörterverzeichnis) soll eine Probe (Buchstabe M) in Kürze gedruckt und an alle Sammler verschickt werden. Dialektatlas des Wörterbuchgebietes und Wortgeographie konnten nur wenig gefördert werden. Hingegen hat die Verzettelung des urkundlichen Materials wesentliche Fortschritte erzielt.

Auf der Kriegsehrentafel des Wörterbuchs war auch in diesem Jahre ein schmerzlicher Eintrag zu machen. Hr. Dr. Corell, in den früheren Jahresberichten als Assistent und rühriger Helfer wiederholt genannt, ist im Oberelsaß für das Vaterland gefallen. Er hatte sich mit seinen 'Studien zur Dialektgeographie der ehemaligen Grafschaft Ziegenhain und benachbarter Gebietsteile' (Diss. Marburg 1914) verheißungsvoll eingeführt, war für die Geschichte seiner Heimat von wissenschaftlichem Eifer erfüllt und wußte unserm Wörterbuch durch private Sammlungen und rege Werbetätigkeit im Lande zu dienen. So schien sich mit ihm für die kurhessischen Teile des Wörterbuchbezirks eine seltene Kraft von dauerndem Werte zu entwickeln, für die nunmehr ein entsprechender Ersatz so bald kaum zu finden sein

wird. Nach dem Kriege soll seine Doctorarbeit, von der bisher nur ein Teildruck vorliegt, vollständig veröffentlicht werden. Sein Name ist bei allen Freunden des Wörterbuchs eines ehrenvollen und dankbaren Gedächtnisses sicher.

Von meinen früheren Mitarbeitern hat nur Hr. Dr. Kroh während des ganzen Jahres wenigstens an bestimmten Tagen dem Wörterbuch seine bewährte Hilfe zuwenden können. Seit November beteiligt sich in einzelnen Stunden auch Hr. stud. phil. Witzel wieder, der nach schwerer Verwundung vor dem Feinde jetzt sein Studium in Marburg wieder aufgenommen hat. Seit dem 1. September ist Hr. Oberlehrer a. D. Canstein ständig beschäftigt. Im März arbeitete Hr. cand. phil. Syffert mit, im Mai vorübergehend Frl. Kroh, von Mai bis Juli stundenweise Hr. stud. phil. Stöffler, im September und October die Candidatin des höheren Schulamts Frl. Berthold. Die Secretärgeschäfte wurden während des ganzen Jahres von Frl. Krahmer besorgt. Allen Mitarbeitern gebührt für ihre gewissenhafte Hilfe aufrichtiger Dank.

Alles in allem darf mit Befriedigung festgestellt werden, daß die Arbeit am Hessen-Nassauischen Wörterbuch im Berichtsjahr zwar zeitweise begreifliche Einschränkung erfahren mußte, daß sie aber niemals ganz geruht hat und daß die Fortschritte des großen Werkes beträchtlicher sind, als vor Jahresfrist erwartet werden durfte.'

Hr. Dr. Ziesemer erstattet über den Fortgang des '**Preußischen Wörterbuchs**' folgenden Bericht:

'Die Arbeiten am Preußischen Wörterbuch fanden im vergangenen Jahr von verschiedenen Seiten dankenswerte Unterstützung. Die Kgl. Deutsche Gesellschaft zu Königsberg (Vorsitzender Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Baumgart) beschloß in ihrer Sitzung vom 30. November 1916, für die Arbeiten am Preußischen Wörterbuch jährlich 100 Mark zur Verfügung zu stellen. Dadurch knüpft die 1741 von Flottwell unter den Auspicien Gottscheds gegründete Gesellschaft, deren Hauptziel nach dem Kgl. Privilegium von 1743 'die Excolierung der Teutschen Sprache' bilden sollte, an eine alte Tradition an: denn schon 1745 gab der damalige Präsident der Gesellschaft, Oberhofprediger Quandt, die Anregung zu einem Lexikon der preußischen Provincialismen, in welchem 'Grund, Ursprung und Bedeutung der Provinzialwörter' erklärt werden sollten. Die Mitglieder der Gesellschaft sammelten in den folgenden Jahren Beiträge zu diesem Provincialwörterbuch, ohne jedoch zu einem befriedigenden Abschluß zu

kommen. Bald nach Beendigung des Siebenjährigen Krieges begannen die Mitglieder, Bocks 1759 erschienenes 'Idioticon Prussicum' durch Zusätze zu erweitern. Dieses Material wurde die Grundlage für das von G. Hennig 1785 im Namen der Kgl. Deutschen Gesellschaft herausgegebene 'Preußische Wörterbuch'. Auch vor 100 Jahren, als Lachmanns junge Kraft in der Deutschen Gesellschaft wirksam war, standen sprachlich-lexikographische Arbeiten im Vordergrunde. Der Kgl. Deutschen Gesellschaft sei für ihren Beschluß auch an dieser Stelle der Dank des Preußischen Wörterbuchs ausgesprochen.

Der Director der Kgl. und Universitätsbibliothek, Hr. Geh. Regierungsrat Dr. A. Schulze, überwies uns, in jeder ihm möglichen Weise unsere Arbeiten fördernd, einige seltene Druckschriften und ein etwa 1850 von dem Superintendenten Spiller-Lötzen angefertigtes Manuscript von Provincialismen.

Der Herausgeber der 'Ostpreußischen Heimat', Hr. Eduard Kenkel, veröffentlichte in seiner Zeitschrift mehrere Aufsätze zur Dialektforschung Ostpreußens und einige Listen von Provincialismen, die ihm von verschiedenen Lesern zugegangen waren. Wir gewannen dadurch manchen neuen Helfer.

Mehrere unserer Mitarbeiter, die in den ersten Kriegszeiten ihre Hilfsarbeit eingestellt hatten, begannen wieder für uns tätig zu sein. So konnten wir auch daran denken, neues Interesse für unsere Arbeiten zu erwecken. Diesem Zwecke dienten Vorträge, die ich im Verein für Geschichte von Ost- und Westpreußen, in der Kgl. Deutschen Gesellschaft zu Königsberg und in der Danziger Ortsgruppe des Germanistenverbandes hielt. Hr. Rittergutsbesitzer Treichel-Berlin sprach im Berliner Verein für Volkskunde. Dem Danziger Germanistenverband sind wir besonders zu Dank verpflichtet, weil seine Mitglieder sich bereit erklärten, aus dem Volksmunde, in den Schulen und durch Verarbeitung von westpreußischer Literatur unsere Arbeiten zu fördern.

Im November 1916 wurde der 4. Fragebogen versandt. Die Verarbeitung der gedruckten Literatur von den Wirtschaftsbüchern des Deutschen Ordens an bis zur Gegenwart brachte uns interessantes Material. Wir begannen ferner die auf dem Königsberger Staatsarchiv befindlichen, sprachlich sehr ergiebigen Flurkarten Ostpreußens vom 16.—19. Jahrhundert zu verarbeiten.

So schritten unsere Arbeiten, obwohl durch den Krieg behindert, im ganzen rege fort. Die Zahl der Zettel erhöhte sich auf 200000.

Am 9. Dezember trat zum erstenmal seit Kriegsbeginn die Wörterbuchcommission, bestehend aus den HH. Landeshauptmann von Brünneck, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Bezzenberger, Prof. Dr. Baesecke

und mir, zu einer Sitzung zusammen: ich gab darin an der Hand von Kartenskizzen einen Bericht über unsere Arbeiten.

Seit dem 1. September steht uns außer den drei in der Geschäftsstelle tätigen Damen unser aus dem Felde zurückgekehrter Assistent Dr. Mitzka wieder zur Verfügung.

Über die **Centralsammelstelle des Deutschen Wörterbuches** zu Göttingen berichtet Hr. Schröder, der, aus dem Felde zurückgekehrt, seit November seine Tätigkeit an der Universität wieder aufgenommen hat und sich im neuen Jahre auch wieder mehr für die Wörterbuchsache zu interessieren gedenkt, im genauen Anschluß an die Angaben des Hrn. Alfred Vogel, der im abgelaufenen Jahre mit der Hilfsarbeiterin Frl. Dora Becker allein die Arbeiten erledigt hat, Folgendes:

Die Leistungen der Centralsammelstelle lassen sich nach den unten folgenden Zahlenangaben nur unvollkommen beurteilen. Am meisten Arbeit verursachen Versäumnisse aus früheren Jahren, wo bei dem massenhaften Zuströmen des Materials die ungeübten und oft unerlaubt lässigen Excerptoren nicht scharf genug controlliert werden konnten, so daß neben nachzuholender Controlle und Ergänzung deren Sünden vielfach noch während des Druckes von uns gebüßt werden müssen. Falsche, ungenaue, misverstandene, unvollkommene, unrichtig citierte Belege, ja selbst solche ohne Stellenangabe verursachen sehr viel Mühe und Zeitverlust. Hr. Vogel hat sich, wie die Mitarbeiter bezeugen, um die Säuberung des Belegmaterials wie um seine verständnisvolle Ergänzung große Verdienste erworben. Auch die »geringen Leistungen«, von denen der vorjährige Bericht sprach, wollen hiernach ermessen und berichtigt werden.

Neu aufgenommen wurden rund 38000 Belege.

An die Mitarbeiter geliefert wurden

rund	1500	Belege	an	Prof. Dr. v. Bahder,
»	10100	»	»	Dr. Crome,
»	13000	»	»	Prof. Dr. Euling,
im ganzen	24600	Belege.		

Auf Anforderung ergänzt wurden ferner 584 Belege für sechs verschiedene Mitarbeiter.

Zur Zeit ist die Centralsammelstelle hauptsächlich mit der Zurüstung von Material für die HH. Prof. Dr. Dollmayr und Dr. Meyer-Benfey beschäftigt, von denen der erstere nach der Rückkehr aus dem Felde die Arbeit am Wörterbuch wieder aufgenommen hat.

Erschienen sind seit dem letzten Bericht die folgenden Lieferungen:
von Bd. IV, I, IV Lief. 4 (*geziemen — Gezwang*) von Prof. Wunderlich;
» » XI, III » 5 (*Ungeding — ungerathen*) von Prof. Euling;
» » XIII » 13 (*Warte — Wase*) von Prof. v. Bahder;
» » XIV, II » 2 (*Wille — windschaffen*) von Prof. Sütterlin.

Im Druck befinden sich im ganzen 8 Lieferungen, wovon Bd. X, III Lief. 2 (*Sto*) ziemlich weit vorgeschritten ist.

Durch den zu Anfang dieses Jahres erfolgten Tod des Prof. Dr. Hermann Wunderlich, der in den letzten Jahren auch zu der Centralsammelstelle in regere Beziehungen getreten war, ist die Weiterführung des Buchstabens *G* unmittelbar vor dem Abschluß der Composita mit *ge-* abermals gehemmt worden.

Forschungen zur neuhochdeutschen Sprach- und Bildungsgeschichte.

Bericht des Hrn. Burdach.

Nachdem infolge des Kriegs die Fortsetzung des Drucks für den Einleitungsband der Rienzo-Edition (»*Rienzo und die geistige Wandlung seiner Zeit*«) eingestellt worden ist, schien es im Interesse der Sache geboten, des Berichterstatters umfassende »*Einführung in das Gesamtwerk Vom Mittelalter zur Reformation*«, die jenen Band eröffnen sollte, nunmehr an die Spitze der seit längerer Zeit im Druck abgeschlossenen Ausgabe des *Ackermann aus Böhmen* zu stellen. Ferner wurde dieser Ausgabe, angesichts der durch den Krieg bedingten Unsicherheit über die Zeit des Erscheinens weiterer Teile und Bände, auch noch die ausführliche *Biographische Untersuchung* des Berichterstatters beigegeben, die in den selbständigen zweiten Teil des Bandes aufgenommen werden sollte, der im übrigen mehrere, zu dem Ackermann nur in loser Beziehung stehende sprach- und literarhistorische Forschungen vereinigt. Durch diese neue Verteilung erhält die Ackermann-Ausgabe eine bessere Abrundung und Geschlossenheit: sie bietet jetzt in bequemer Zusammenfassung und Vollständigkeit alles, was von einer auf objektiver Grundlage ruhenden kritischen und kommentierten Ausgabe erwartet werden darf. Überdies ward es so auch möglich, eine im Sommer durch den Archivar der Deutschen Kommission Dr. Fritz Behrend in Jena aufgefundene unbekannte Ackermann-Handschrift zu benutzen: der Mitherausgeber Alois Bernt berichtet über sie in seinem Vorwort. Der Druck des neu Hinzugekommenen (Einführung, Vorreden, Biograph. Untersuchung, Register) steht bei der Schlußrevision der letzten Bogen.

Die durch Viktor Dollmayr in Lemberg seit längerer Zeit vorbereitete *Ausgabe Heinrichs von Mügeln* wird nunmehr, nach zweijähriger Unterbrechung der Arbeit, wieder gefördert. Dollmayr rückte

Juli 1914 als Reserveoffizier zu seinem Regiment ein und blieb mit diesem an der Südwestfront bis zu seiner Enthebung vom Militärdienst im Frühjahr 1916. Die bereits vor Kriegsausbruch weit gediehenen Vorarbeiten, die zahlreichen Handschriftenkollationen usw. zu der Ausgabe sind während der Besetzung Lembergs durch die Russen nicht ernstlich geschädigt worden. Dollmayr fand, als er nach der Befreiung Lembergs auf einem kurzen Militärurlaub im Herbst 1915 Nachschau hielt, zwar alle Kasten und Laden in seiner Wohnung erbrochen und durchwühlt — die Russen hatten nach Waffen gesucht —, immerhin hatten die in der Stadt zurückgebliebenen Kollegen seiner Wohnung den Anschein ständigen Bewohntseins zu geben und auf diese Weise eine Einquartierung zu verhindern vermocht. Es ergab sich bei der Ordnung der Schriften und Zettelnotizen im Frühjahr 1916, daß bloß eine Mappe mit der Kollation einer Preßburger Handschrift, der Ungarchronik Heinrichs, verloren ging, ein Verlust, der bald ersetzt sein wird. Von den Werken Heinrichs von Mügeln sollen zunächst seine *Ungarische Chronik* und seine *Gedichte* erscheinen. Die Edition des *Valerius Maximus* und seines *Psalmenkommentars*, für die bereits Vorarbeiten begonnen wurden, ist für später in Aussicht genommen. Als ersten Band hofft Dollmayr die *Deutsche Ungarchronik* sowie Heinrichs *Lateinische Gedichte zur Ungarngeschichte* bis Herbst 1917 fertigstellen zu können. Die Bearbeitung der *Deutschen Gedichte* (Lyrica und Lehrgedichte) soll, für einen zweiten Band bestimmt, rasch folgen.

Orientalische Kommission.

Bericht des Hrn. Eduard Meyer.

Auf dem ägyptologischen Gebiet führte Hr. Roeder die Arbeit an den hieroglyphischen Inschriften des Berliner Museums fort, das Schlußheft des zweiten Bandes wird in den nächsten Monaten erscheinen. Es besteht die Absicht, diesem zweiten Bande, der bis an die Schwelle der saitischen Zeit führt, die Register für Band I und II beizufügen, so daß die Publikation damit zunächst einen Abschluß erhält.

Hr. Grapow setzte seine Arbeit für das Wörterbuch der ägyptischen Sprache fort, und im Anschluß daran das Repertorium, das die für einen Begriff vorhandenen ägyptischen Worte zusammenstellt. Von seiner Bearbeitung der Totenbuchtexte, die in Steindorffs »Urkunden des ägyptischen Altertums« als besondere Serie erscheint, wurden bisher zwei Hefte ausgegeben: sie enthalten den wichtigen Spruch 17 des Totenbuchs und die Sprüche 18 und 20 in einem nach Möglichkeit hergestellten Texte aller Rezensionen.

Auf dem assyriologischen Gebiet ist der von Hrn. Otto Schroeder bearbeitete XV. Band der »Vorderasiatischen Schriftdenkmäler, Kontrakte der Seleukidenzeit aus Warka« Anfang Mai zur Ausgabe gelangt. Daran schließt sich sein in den Sitzungsberichten 1916 S. 1180ff. veröffentlichter Aufsatz über das Pantheon der Stadt Uruk in der Seleukidenzeit, dem weitere ähnliche Untersuchungen folgen sollen. Der XVI. Band, der altbabylonische Briefe enthält, nebst Namenregister und Schrifttafel, ist im Druck. Darauf hat Hr. Schroeder die Bearbeitung der aus Assur stammenden Bruchstücke historischer Texte übernommen und zunächst das Kopieren der Tontafeln begonnen, dem die Tonknäufe und Steinurkunden folgen sollen.

Hr. Ebeling hat von den »Keilinschriften aus Assur religiösen Inhalts« das 3. Heft zur Ausgabe fertiggestellt, das 4. und 5. in Autographie zum Druck gegeben; das letztere enthält Hemerologien und medizinische Texte. Auch das 6. Heft, das Rituale, Beschwörungen u. a. enthalten wird, ist druckfertig.

Hr. Otto Weber hat die Bearbeitung und Veröffentlichung der Texte aus Boghazkiöi, die von der Kommission unterstützt wird, nach Kräften weiter gefördert. Von den Textheften sind die beiden ersten ausgegeben, das dritte, das chetitische Texte enthält, größtenteils in Autographie fertiggestellt; die Transkription, die ihm beigegeben werden soll, ist vorbereitet, so daß das Heft voraussichtlich binnen kurzem erscheinen kann. Daneben wurde die Ordnung des reichen aus Konstantinopel übersandten Materials in Angriff genommen. Die Hoffnung, daß sich viele der Fragmente zu großen Tafeln zusammenfügen lassen würden, hat sich bis jetzt nur in bescheidenem Umfang erfüllt; doch liegt eine ziemliche Menge umfangreicher Bruchstücke zur Edition bereit.

Auf dem Gebiete der zentralasiatischen Funde konnte der Druck der tocharischen A-Texte auch in diesem Jahre nicht fortgesetzt werden, da Hr. Siegling im Felde stand. Hr. Sieg hat aber inzwischen seine Arbeiten an der tocharischen Grammatik erheblich fördern können. Außerdem hat er, in Gemeinschaft mit HH. von Le Coq und F. W. K. Müller, die tocharischen Fragmente des Maitreyasamiti-Nāṭaka mit den uigurischen Maitrisimit-Fragmenten verglichen. Das war eine zeitraubende Arbeit, aber sie hat auch zu sehr befriedigendem Ergebnis geführt, sofern erwiesen werden konnte, daß die Uigurische Maitrisimit in der Tat die Übersetzung dieses Maitreyasamiti-Nāṭaka ist, wodurch der Name »tocharisch« für die Sprache gesichert und für die richtige Entzifferung des Tocharischen wie des Uigurischen eine neue wichtige Kontrolle gewonnen worden ist.

Hr. Prof. Dr. W. Bang hat die lexikalische und grammatikalische Bearbeitung der uigurischen Texte übernommen. Ein Teil der gram-

matikalischen Ergebnisse ist in den Sitzungsberichten veröffentlicht: 1915 S. 623—635; 1916 S. 522—535, 910—928, 1236—1254.

Hr. H. Jansen erweiterte das 1912—1913 angelegte, »Vorläufige mittelpersische Glossar«. Die in den »Handschriften-Resten aus Turfan II« veröffentlichten Manuskripte wurden, soweit erforderlich, mit genauer Seiten- bzw. Spalten- und Zeilenbezifferung versehen und hiernach die Exzerpte von 1912/13 in neuer, gleichmäßiger Weise zitiert. Sämtliche bisherigen Wortzettel (etwa 45000) wurden alphabetisiert, vorläufig nur schachtelweise. Es wurden ferner folgende Verzeichnisse hergestellt: a) Versuch einer Einteilung der mittelpersischen Handschriften nach dem Inhalte in fünf Gruppen. b) Verzeichnis der kantillierten Texte. Nebenher wurden 65 mittelpersische Handschriften transkribiert und ausgezogen sowie die Exzerpte alphabetisiert.

Hr. Kimm Chung-Se führte das Wörterverzeichnis der sinico-buddhistischen Termini weiter, das um 4500 Zettel vermehrt wurde. Ferner wurden die Götternamen u. a. aus dem Mahāmāyūrīvidyārājñīsūtra ausgezogen. Ein Abschnitt aus der Buddhalegende (Buddhacarita) wurde als Hilfsmittel für die Entzifferung des Tocharischen aus dem Chinesischen ins Deutsche übersetzt. Außerdem wurde eine chinesische Handschrift, die einen Teil des zu Ende des 2. Jahrhunderts n. Chr. ins Chinesische übersetzten, im Sanskritoriginal nicht erhaltenen Daśasāhasrikāprajñāpāramitāsūtra enthält, durchgearbeitet und beschrieben.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Hrn. von Waldeyer-Hartz.

Infolge des Kriegszustandes ist von neuen Unternehmungen der Stiftung im Jahre 1916 Abstand genommen worden. Aus früheren Unternehmungen liegen an Veröffentlichungen aus den Sammlungen des Hrn. Prof. von Buttel-Reepen vor: 1. E. Wasmann, S. J.: V. Termitophile und myrmecophile Coleopteren, in Spengels zoologischen Jahrbüchern, Bd. 39, Jena 1916. 2. H. Schmitz, S. J.: Neue termitophile Dipteren aus den Familien der Termitoxeniiden und Phoriden. Ebendaselbst. Für 1917 sind 22000 Mark verfügbar.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Seckel.

Über die Neubearbeitung von Homeyers Werk »Die deutschen Rechtsbücher des Mittelalters und ihre Handschriften« berichtet Hr. Prof. Dr. Julius von Gierke in Königsberg, daß es ihm teils wegen

des Krieges, teils infolge der Übernahme des Prorektorates der Königsberger Universität nicht möglich war, den Abschluß der von ihm übernommenen Handschriftennummern herbeizuführen.

Die Arbeit am Vocabularium Jurisprudentiae Romanae ist im Jahre 1916 wieder in Gang gekommen. Der Leiter Hr. Prof. Dr. B. Kübler, der als Hauptmann und Kompagnieführer in Belgien stand, kehrte im April infolge der Reklamation des Kgl. Bayerischen Kultusministers aus dem Felde zurück. Alsbald machte er es sich zur Aufgabe, die Arbeit an dem Wörterbuch wieder in Fluß zu bringen. Zunächst schaffte er die bei Kriegsbeginn zerstreuten wertvollen Materialien, nicht nur Verzettelungen, sondern auch Scheden des Berliner Index, nicht ohne große Mühe von den Inhabern, die sie im August 1914 bei der Eile der Mobilmachung nicht hatten zurücksenden können, restlos wieder herbei. Alle Mitarbeiter haben im Laufe des Jahres die Arbeit wieder aufgenommen, mit einziger Ausnahme des Bearbeiters des 4. Bandes, des Hrn. Gerichtsassessors F. Lesser, der nach wie vor als Kriegsgerichtsrat in Grodno tätig ist. Am Bestande der Mitarbeiter hat sich nichts geändert. Es arbeiteten am 2. Bande Hr. Gymnasialdirektor Prof. Dr. Grupe, der zum Direktor des Lyzeums in Metz ernannt worden ist und noch immer als Major und Adjutant beim Stabe des Stellvertretenden Generalkommandos des XV. Armeekorps in Straßburg i. E. steht; am 3. Bande Hr. Referendar P. Abraham, Kriegspfleger im Vereinslazarettzug »O« in der Ostetappe; am 5. Bande Hr. Referendar Borchers, der als Leutnant beim Dragonerregiment 10 von Kriegsbeginn an die großen Feldzüge im Osten mitmachte, mit dem Eisernen Kreuz II. und I. Klasse ausgezeichnet wurde, sich Frühjahr 1916 einer Blinddarmoperation unterziehen mußte, dann zeitweilig garnisondienstfähig wurde und jetzt als Adjutant beim Bezirkskommando Osterode in Ostpreußen steht; und Hr. Dr. R. Samter in Charlottenburg, der als einziger von allen Mitarbeitern nicht unmittelbar im Heere beschäftigt war, sich aber beim Hilfsdienst nützlich machte. — Vom 2. Band ist Bogen 21 (bis excludo) gedruckt worden, vom 3. Band Bogen 23 (bis imperator). Der 5. Band ist am meisten gefördert worden; Faszikel 2 (von sed bis solus) wird im Januar 1917 erscheinen, darüber hinaus stehen die Artikel bis stipulari im Satze und ist das druckfertige Manuskript bis suggrunda an die Druckerei abgeliefert. Die Artikel stabularius bis stipulari hat Hr. Dr. Samter bearbeitet, alles übrige der Leiter Hr. Prof. Kübler, obwohl er im Oktober das Prorektorat der Erlanger Universität übernahm.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberatenden Kommission.

Die Kgl. Akademie der Wissenschaften hat am 16. Mai 1916 den Jahresertrag der Bopp-Stiftung in Höhe von 1350 Mark Hrn. Prof. Dr. Josef Karst in Straßburg i. E. zur Förderung seiner armenischen Dialektstudien zuerkannt.

Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung.

Bericht des Kuratoriums.

Aus den verfügbaren Mitteln wurden bewilligt:

4000 Mark zur Fortsetzung der Ausgabe der griechischen Kirchenväter;

3000 Mark zur Fortsetzung der Bearbeitung einer römischen Prosopographie des 4.—6. Jahrhunderts.

Der Vorsitzende des Kuratoriums, Hr. Roethe, der vom August 1915 an im Felde stand, hat seit dem 1. September 1916 die Leitung der Geschäfte wieder übernommen.

Über das Deutsche Rechtswörterbuch berichtet Anlage I, über die Arbeit an der Kirchenväter-Ausgabe und der Prosopographie Anlage II, über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien Anlage III, über das Decretum Bonizonis und das Corpus glossarum anteaccursianarum Anlage IV, über das Koptische Wörterbuch Anlage V, über die germanisch-slawischen Forschungen Anlage VI.

Von Hrn. Prof. Voeltzkows 'Reise in Ostafrika in den Jahren 1903 bis 1905' konnte im verflossenen Jahre kein neues Heft ausgegeben werden, da der Herausgeber im Heeresdienst stand und auch die augenblicklichen Druckschwierigkeiten den Fortgang des Satzes behinderten.

Die von Hrn. Penck in Gemeinschaft mit Hrn. Prof. Laas geplante photogrammetrische Untersuchung der Meereswellen konnte wegen des Krieges immer noch nicht in Angriff genommen werden. Ebenso bestehen die Hindernisse fort, die es bisher schon unmöglich machten, die Forschungen über die Geschichte unserer ostdeutschen Nationalitätsgrenzen, die Hr. Schäfer in die Wege geleitet hat, ernstlich zu fördern. Hr. Archivdirektor Dr. Witte ist immer noch im Kriegsdienst tätig; Hr. Dr. Stecher, der seinen rechten Arm im Felde verloren hat, hofft vom Februar oder März 1917 an Zeit zu finden, um mit der Sammlung des gedruckten Materials in der erforderlichen Ausdehnung zweckentsprechend zu beginnen.

Anl. 1.

Bericht der akademischen Kommission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache.

Von Hrn. Roethe.

Eine Sitzung der akademischen Kommission hat auch im verflossenen Jahre nicht stattgefunden. Ebensowenig konnte eine neue Lieferung des Rechtswörterbuchs ausgegeben werden. Kriegsverwendung der Mitarbeiter und Druckschwierigkeiten trafen da zusammen.

Die Kommission erkennt mit lebhaftem Danke an, daß ihr wiederum ein sehr erwünschter Geldzuschuß aus den Mitteln der Savigny-Stiftung bewilligt wurde.

Als der wissenschaftliche Leiter des Rechtswörterbuchs, Hr. Rich. Schröder in Heidelberg, um Weihnachten in gewohnter Weise gebeten wurde, den Jahresbericht abzustatten, lag er bereits an schwerer Krankheit darnieder. Seitdem hat ihn, am 3. Januar 1917, der Tod dahingerafft. So wurde das Rechtswörterbuch, bald nachdem ihm Heinrich Brunners wache Fürsorge entzogen ward, von einem zweiten nicht minder schweren Verluste betroffen. Es ist hier nicht der Platz, Richard Schröders menschliche und wissenschaftliche Persönlichkeit zu würdigen. Aber die freudige Hingebung, mit der er seine unverwüstliche Kraft in den Dienst des Rechtswörterbuchs gestellt hatte, dem sein Herz und seine Gedanken treu blieben bis zuletzt, wird ihm von der Akademie nicht vergessen werden. Er stand schon in vorgerückten Jahren, als er sich an das große Werk machte. Aber der glückliche, zuversichtliche Optimismus, mit dem er sich an die gewaltige Aufgabe wagte, kannte keinen Zweifel und gab ihm die nie versagende Elastizität des Geistes und Willens, die ihn alle Schwierigkeiten heiter überwinden ließ. Wie er mit ungetrübter Siegesgewißheit den Gefahren und Schwankungen des Krieges sichern Herzens zuschaute, so leitete ihn auch bei seiner Arbeit am Deutschen Rechtswörterbuch ein frohgemutes Zutrauen zum guten Erfolg, das er auf alle seine Freunde und Mitarbeiter ausstrahlte: wie oft haben wir uns bei den erquicklichen Heidelberger Kommissionssitzungen an diesem herzhaften Vertrauen erbaut! Hat er die Vollendung nicht erleben dürfen, so ist es ihm doch beschieden gewesen, wenigstens die ersten Hefte des geliebten, treu gehegten Werkes im Druck abgeschlossen zu erblicken. Brunner und er haben als die eigentlichen Väter des Deutschen Rechtswörterbuchs zu gelten: ihr Name ist mit seiner Geschichte wurzelhaft verwachsen.

An Stelle der Geschiedenen berichtet Hr. Eberhard Freiherr von Künssberg, der, soweit sein Kriegshilfsdienst ihm dies gestattet, zur

Zeit die Geschäfte und Arbeiten des Rechtswörterbuchs weiterführt, über den Fortgang des Unternehmens das Folgende:

Bericht des Hrn. Eberhard Freiherrn von Künssberg.

Auch im verflossenen Jahre war die Arbeit am Rechtswörterbuche beeinträchtigt. Der Druck konnte noch nicht fortgesetzt werden. Doch schreiten die Ordnungsarbeiten vorwärts, und der wissenschaftliche Auskunftverkehr konnte aufrechterhalten werden.

Verzeichnis der im Jahre 1916 ausgezogenen Quellen:

Das kaiserliche Buch des Markgrafen Albrecht Achilles: Dr. H. Crebert, München.
Altbayrische Monatsschrift: Dr. Crebert.
Bibliothek des literarischen Vereins, Bd. 35: Admiral Bachem, Heidelberg.
Köbel, Gerichtsordnung 1523: Dr. Crebert.
Stadtrechte von Laufenburg und Mellingen. Aarau 1915: Prof. Dr. v. Künssberg.
Lauremberg, Scherzgedichte: Dr. Crebert.
Lettscher Notariatbuch 1576: Dr. Crebert.
Lindner, Urkundenwesen Karls IV.: Dr. Crebert.
Mannheimer Geschichtsblätter 1915: Geheimrat R. Schröder.
Mitteilungen des Vereins für anhaltische Geschichte 10: Dr. Crebert.
Niederrheinische Annalen: Geheimrat R. Schröder.
Quellen zur Rechts- und Wirtschaftsgeschichte I. Trier: Geheimrat R. Schröder.
Schwäbisches Wörterbuch II.: Prof. Dr. v. Künssberg.
Schwarzemberg, Teutsche Cicero: Dr. Crebert.
Toeppen, Elbinger Antiquitäten: Dr. Crebert.
Ulm, Gesetz und Ordnungen der Stadt: Dr. Crebert.
Wusterwitz, Märkische Chronik: Dr. Crebert.
Zeitschrift für Rechtsgeschichte 1914, 1915: Prof. Dr. v. Künssberg.

Anl. II.

Bericht der Kirchenväter-Kommission.

Von Hrn. von Harnack.

1. Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

Im Druck erschienen: Hippolyt, Bd. III: Refutatio omnium haeresium (Wendland †), und Methodius (Bonwetsch).

Im Druck befinden sich Gelasius (Loeschcke †) und Epiphanius, Bd. II (Holl). Druckfertig sind, können aber des Krieges wegen noch nicht in den Druck gegeben werden, Hippolyt, Bd. II (Bauer), Esra, Bd. II (Violet), Origenes Lat. (Baehrens). Doch ist in den »Texten und Untersuchungen« (Bd. 42, Heft 1) erschienen: Baehrens, Überlieferung und Textgeschichte der lateinisch erhaltenen Origeneshomilien zum Alten Testament (265 S.).

2. Bericht über die Prosopographie.

Hr. Jülicher schreibt: »Im Laufe des Jahres 1916 habe ich, abgesehen von der Weiterführung der Bücher mit den großen Bischofslisten und Zeittafeln, versucht, die 'Prosopa' für das kirchliche Afrika in Einzelzetteln zu erledigen. Ich fand nötig, bis zu den Anfängen

des Christentums in Afrika hinaufzugehen, wo die cyprianische Zeit ausgiebiges Material bot, und herunter bis ins 7. Jahrhundert und zum Aussterben der christlichen Kultur. Etwa 2000 Zettel sind fertig geworden, einige davon bedürfen noch einer Ergänzung und Nachprüfung. Einige große Artikel habe ich noch nicht in Angriff nehmen können; das aus Inschriften gewonnene Material ist auch noch nicht ausreichend verwertet worden. Doch können diese Nachträge sicher im Jahre 1917 gemacht und Spanien sowie ein Teil von Gallien in gleicher Vollständigkeit hoffentlich bis Weihnachten 1917 verzettelt werden.«

Hr. Seeck schreibt: »Die letzte größere Vorarbeit, die für die Prosopographie zu machen war, die chronologische Bestimmung der kaiserlichen Gesetze, Verordnungen und Briefe, ist im Laufe dieses Jahres abgeschlossen. Unter dem Titel: 'Regesten der Kaiser und Päpste für die Jahre 311—476', liegt sie in einem starken Bande vor und wartet nur auf den Verleger. Im übrigen sind die Artikel für den gleichen Zeitraum und die Buchstaben I und Sa fertiggestellt und vorläufig in der Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft zum Abdruck gebracht.«

Anl. III.

Bericht über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien.

Von Hrn. Engler.

Auch im Kriegsjahre 1916 ist die Bearbeitung der Beiträge zur Flora von Papuasien vorgeschritten. Es wurden veröffentlicht:

Beiträge zur Flora von Papuasien V.

38. W. O. Focke, Die Rubusarten Deutsch-Neuguineas. 4 S.
39. A. Engler und K. Krause, Neue Araceen Papuasiens II. Mit 3 Figuren. 18 S.
40. R. Schlechter, Die Elaeocarpaceen Papuasiens. Mit 9 Figuren. 65 S.
41. Ernst Gilg und Charlotte Benedict, Die bis jetzt aus Papuasien bekannt gewordenen Loganiaceen. Mit 12 Figuren. 42 S.
42. L. Diels, Neue Proteaceen Papuasiens. 9 S.
43. R. Pilger, Die Taxaceen Papuasiens. 5 S.
44. A. Brand, Die Symplocaceen Papuasiens. 14 S.
45. W. Herter, Die Lycopodien von Deutsch-Neuguinea. Mit 2 Figuren. 13 S.
46. L. Diels, Neue Magnoliaceae Papuasiens. 7 S.
47. H. und P. Sydow, Fungi papuani. Die von C. Ledermann in Neuguinea gesammelten Pilze. Mit 3 Figuren. 16 S.

Ferner liegen druckfertig vor für die Lieferung VI der Beiträge die Abhandlungen 48—54, für welche auch eine große Anzahl Figuren fertiggestellt ist. Auch wird noch von einigen Botanikern, welche uns nicht durch den Krieg entzogen sind, weitergearbeitet, so daß die Fortsetzung dieser so viel Neues enthaltenden Beiträge gesichert ist. Es kommt nur darauf an, daß die Schwierigkeiten bezüglich der Drucklegung nicht noch größer werden.

Anl. IV.

Bericht über die Arbeiten für das Decretum Bonizonis und für das Corpus glossarum anteaccursianarum.

Von Hrn. Seckel.

Der Druck von Bonizos Decretum (Liber de vita Christiana) mußte im Jahre 1916 ruhen, weil der Herausgeber, Hr. Privatdozent Prof. Dr. E. Perels zu Berlin, durch seine Dienstleistung im Nachrichtenbureau des Reichsmarineamts vollauf in Anspruch genommen war.

Die Arbeiten am Corpus glossarum anteaccursianarum sind im Berichtsjahr in erfreulichem Maße gefördert worden. Die Mitarbeiterin, Frl. Dr. iur. Elisabeth Lilia zu Berlin, hat die Abschrift der Glossen zum Codex Justinianus in der Bamberger Handschrift D. I. 2 vollendet (April 1916). Der Berichterstatter hat zweifelhafte und schwer lesbare Stellen in der Handschrift kontrolliert und entziffert. Eine Nachvergleichung der Handschrift bleibt für spätere Zeit vorbehalten, bis zuvor andere Manuskripte von Azos Glossenapparat kopiert sein werden. Von April bis November 1916 sind die voraccursischen Einzelglossen und die Reste des Azonischen Apparats in der Berliner Handschrift Lat. fol. 236 von Frl. Dr. Lilia abgeschrieben und die Abschriften mit der Kopie des Bamberger Manuskripts verglichen worden. Im November und Dezember 1916 war die Mitarbeiterin damit beschäftigt, die zahlreichen (mehr als 1500) Glossenadditionen der Berliner Handschrift zu verzeichnen, um die Grundlage für die bisher noch nirgends versuchte erschöpfende Beschreibung einer vollglossierten Handschrift des Corpus iuris zu liefern. Endlich sind die nötigen Schritte mit Erfolg unternommen worden, um die Kodexhandschrift der Königlichen Bibliothek in Brüssel (Nr. 125) mit voraccursischen Glossen und Apparaten nach Berlin in brauchbarem Zustande geliehen zu erhalten.

Für die Überlassung der Handschriften zur Benutzung in den Bibliotheksräumen der Akademie ist das Glossenunternehmen den Verwaltungen der Königlichen Bibliotheken zu Bamberg, zu Berlin und zu Brüssel, für die Vermittelung des Leihgesuchs in Brüssel sind wir Seiner Exzellenz dem Hrn. Verwaltungschef bei dem Generalgouverneur in Belgien zu großem Danke verpflichtet.

Anl. V.

Bericht über das Koptische Wörterbuch.

Von Hrn. Erman.

Über das Koptische Wörterbuch, dessen Mitarbeiter nun schon im dritten Jahre voneinander getrennt sind, ist infolgedessen wenig zu berichten. Wir wissen zur Zeit nur, daß in England Hr. Crum auch in diesem Jahre weitergearbeitet hat und daß in Deutschland Hr. Wiesmann die ihm zunächst zugewiesene Aufgabe erledigt hat. Er hat in diesem Jahre die »Actes des Martyrs« von Hyvernat und die in Lagardes »Orientalia« enthaltenen historischen Bücher des Alten Testaments exzerpiert.

Anl. VI.

Bericht über germanisch-slawische Altertumsforschung.

Von Hrn. Schuchhardt.

Leider habe ich auch in diesem Jahre keine Ausgrabungen machen können, sondern mich begnügen müssen mit einigen Reisebeobachtungen, die besonders den Charakter und die Entwicklung der »Lausitzer Keramik« betrafen.

Akademische Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin.

Bericht des Hrn. Planck.

Das mit den Mitteln der Stiftung aus der Periode 1913—1916 unterstützte wissenschaftliche Unternehmen, eine Bearbeitung der preußischen Münz- und Geldgeschichte im 19. Jahrhundert (1806 bis 1857) durch Hrn. Prof. Dr. Frhrn. von Schrötter, liegt nun im Manuskript vollendet vor und wird voraussichtlich bald erscheinen. Für die laufende Periode konnte in Anbetracht der jetzigen Zeitverhältnisse bisher noch kein bestimmtes wissenschaftliches Unternehmen zur Unterstützung in Aussicht genommen werden.

Albert Samson-Stiftung.

Bericht des Hrn. von Waldeyer-Hartz.

Im verflossenen Jahre sind neue Arbeiten nicht in Angriff genommen worden. Die bisherigen Unternehmungen, d. h. die Arbeiten an der Anthropoidenstation auf Teneriffa und im Phonogrammarchive des Berliner Psychologischen Instituts, wurden aber, wenngleich mit einigen durch den Krieg bedingten Beschränkungen, weitergeführt. Von dem Leiter der Anthropoidenstation, Hrn. Dr. W. Koehler, sind zwei weitere Arbeiten »Über Intelligenzprüfungen bei

Schimpansen« und »Über die Farbe der Sehdinge bei den Schimpansen und beim Haushuhn« eingesendet und bereits im Druck. Auch sind zwei von der Königlich Niederländischen Regierung geschenkte junge Orangs in Teneriffa eingetroffen. Der eine, ein Männchen, kam erkrankt an und ist inzwischen verendet, der andere, ein Weibchen, gedeiht und entwickelt sich in bester Weise.

Vom Phonogrammarchiv ist zu melden, daß Prof. von Luschan dem Archiv eine Anzahl australischer Gesangaufnahmen überwiesen hat. Ferner werden Aufnahmen von deutschen Volksweisen und andere in Südamerika und Persien gemacht, und das Archiv beteiligte sich an Aufnahmen in den Gefangenenlagern. Eine Reihe von Vorträgen wurden durch Darbietungen seitens des Archivs unterstützt. Für 1917 steht rund dieselbe Summe wie im Vorjahre zur Verfügung.

Seit dem Friedrichstage 1916 (27. Januar) bis heute sind in der Akademie folgende Veränderungen des Mitgliederbestandes eingetreten:

Die Akademie verlor durch den Tod das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Karl Schwarzschild; die korrespondierenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Richard Dedekind in Braunschweig, Gustav Schwalbe in Straßburg, Sir William Turner in Edinburg, Sir Victor Horsley in London, Sir William Ramsay in London, Henrik Mohn in Christiania und Julius von Wiesner in Wien und die korrespondierenden Mitglieder der philosophisch-historischen Klasse Ernst Immanuel Bekker in Heidelberg, Gaston Maspero in Paris, August Leskien in Leipzig und Richard Schroeder in Heidelberg.

Aus der Liste der Mitglieder wurden auf ihren Wunsch gestrichen das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Émile Picard in Paris und das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Émile Boutroux in Paris.

Das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Richard Willstätter verlegte seinen Wohnsitz nach München und trat damit in die Zahl der Ehrenmitglieder über.

Neu gewählt wurden zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hans Dragendorff und zu korrespondierenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Klasse Karl von Linde in München, Otto Schott in Jena, Karl Rabl in Leipzig und Wilhelm Roux in Halle a. S.

Ausgegeben am 1. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917 V

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.

V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. v. Waldeyer-Hartz.

1. Hr. Heusler sprach über die zwei altnordischen Sittengedichte der Havamal nach ihrer Strophenfolge.

Nach Müllenhoffs Vorgang hat man die gestörten Zusammenhänge in den beiden Gedichten wesentlich durch Ausscheidungen zu heilen gesucht. Man vermeidet die damit verbundenen Übelstände und gelangt zu einer bessern Ordnung, wenn man zahlreiche Umstellungen vornimmt. Namentlich das zweite Werk erscheint bei diesem schonenderen Verfahren in anderm Lichte.

2. Hr. Diels legte eine Mitteilung des Hrn. Oberlehrer Dr. E. Wenkebach (Charlottenburg) vor: Pseudogalenische Kommentare zu den Epidemien des Hippokrates. (Abh.)

Verfasser sucht zu beweisen, daß René Chartier in seiner Ausgabe von Galens Kommentaren zu Epid. I und III des Hippokrates (Paris 1679) außer den nach Art seiner Vorgänger aus einem vollständigeren lateinischen Texte gezogenen Ergänzungen kleinerer Lücken der Aldina (von 1525) auch den in allen erhaltenen griechischen Hss. fehlenden Teil des Proömiums durch Rückübersetzung aus Nicol. Macchellus' Zusatz zur 2. Juntina (von 1550) in den Text eingeschwärzt hat, und daß die Überreste der Galenschen Kommentare zu Epid. II in der Editio princeps des Io. Sozomenus (Venedig 1617) von einem unbekannten Mediziner um 1600 gefälscht sind, da sie ein Mosaik aus Hippokrates- und Galenzitaten bilden, die mit Erläuterungen des Metzer Arztes Anutius Foesius zum größten Teil aus dessen Commentarius (Basel 1560) und wahrscheinlich auch aus desselben Gelehrten Oeconomia Hippocratis (Frankfurt 1588) in betrügerischer Absicht zusammengestellt sind.

3. Das ordentliche Mitglied Hr. Sachau hat am 31. Januar das fünfzigjährige Doktorjubiläum gefeiert: die Akademie hat ihm aus diesem Anlaß eine Adresse gewidmet, die in diesem Stück abgedruckt ist.

4. Vorgelegt wurde Bd. 27 der mit Mitteln der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung von der Akademie unternommenen Ausgabe der griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte, enthaltend die Schriften des Methodius hrsg. von G. N. Bonwetsch (Leipzig 1917) und von Hrn. Orth die 8. Auflage seiner Pathologisch-anatomischen Diagnostik (Berlin 1917).

5. Der physikalisch-mathematischen Klasse der Akademie stand zum 26. Januar d. J. aus der Dr.-Karl-Güttler-Stiftung ein Betrag von 3400 Mark zur Verfügung; sie hat indes im Hinblick auf die Zeitumstände beschlossen, die Summe nicht zu verleihen.

Zum 26. Januar 1918 werden voraussichtlich 3800 Mark verfügbar sein, die von der philosophisch-historischen Klasse in einer oder mehreren Raten vergeben werden können. Die Zuerteilungen erfolgen nach § 2 des Statuts der Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Zwecke, und zwar insbesondere als Gewährung von Beiträgen zu wissenschaftlichen Reisen, zu Natur- und Kunststudien, zu Archivforschungen, zur Drucklegung größerer wissenschaftlicher Werke, zur Herausgabe unedierter Quellen und Ähnlichem.

Bewerbungen müssen spätestens am 25. Oktober d. J. im Bureau der Akademie, Berlin NW 7, Unter den Linden 38, eingegangen sein.

Die zwei altnordischen Sittengedichte der Havamal nach ihrer Strophenfolge.

Von Andreas Heusler.

Mit der Textkritik der eddischen Havamal, im fünften Bande der Deutschen Altertumskunde, hat Müllenhoff das Verständnis dieser Dichtung auf eine ganz neue Stufe gehoben. Das alte Spruchbuch enthüllte sich als eine Sammlung sehr ungleichartiger Gedichte. Daß es sechs Nummern sind, unterbrochen von kleineren Einschiebseln, daran hat die Forschung festgehalten. Aber auch zur inneren Kritik der einzelnen Stücke und zu ihrer literargeschichtlichen Würdigung hat Müllenhoff vieles von bleibendem Werte dargeboten.

Der Fortschritt zeigt sich auf einen Blick, wenn man die frühern Eddaausgaben dagegenhält mit ihren zwei oder drei Grenzstrichen, die das Fremdartigste beisammen lassen. Er zeigt sich noch deutlicher, wenn wir Rosenbergs Behandlung der Havamal lesen (Nordboernes Aandsliv 1, 217 ff.): sie liegt der Müllenhoffschen Arbeit, 1882/83, nur um wenige Jahre voraus. Dem feinsinnigen dänischen Forscher besteht das Spruchbuch aus zwei Gedichten: Textkritik regt sich kaum: ausgeschieden wird nur, was handgreiflich durch die Versform absticht: zweimal versucht Rosenberg eine leichte Umstellung.

Ganz anders hat sich Gudbrand Vigfússon im Corpus poeticum boreale vorgewagt (1883). Er löst die Havamal energisch in Stücke auf und gelangt zu sieben Dichtungen, deren Grenzen zum Teil mit den Müllenhoffschen stimmen. Der überlieferten Strophenfolge stellt er sich frei, allzu frei gegenüber und mischt vieles durcheinander, was Müllenhoff als getrennte Werke überzeugend dartat.

Uns sollen hier die zwei größern ethisch-gnomischen Stücke des Spruchbuchs beschäftigen, die Sittengedichte Havamal 1—77 (80) und 112—137, und zwar nach ihrer Strophen- und Gedankenfolge, ihrer innern Gliederung. Daß die Überlieferung in der einzigen Handschrift, im Codex Regius, vielfach gestört ist, hat Müllenhoff gesehen. Seiner Herstellung schlossen sich die Späteren großenteils an: am engsten Hoffory, Niedner, Symons und Mogk, weniger eng Finnur Jónsson. In

Pauls Grundriß II 1, 587 nähert sich Mogk wieder der vormüllenhoff-schen Auffassung, indem er Strophe 1–110 als Komposition eines Dichters erwägt. Der Kommentar von Detter und Heinzel hat zu den von Müllenhoff angeregten Fragen nach dem Zusammenhang, nach echten und unechten Teilen, keine Stellung genommen.

Wie mir scheint, kann die Textkritik dieser zwei Gedichte in einem grundsätzlichen Punkte über Müllenhoff hinauskommen. Müllenhoff hat als Heilmittel zu einseitig die Atethese, die Strophenausscheidung, verwendet.

Diese Gedichte sind keine Sammelwerke, keine Spruchhaufen, wo an Zusammenhang nur die bescheidensten Ansprüche zu stellen wären, wie die altenglischen Gnomica, das altnordische Málsháttakvæði oder Freidanks Bescheidenheit. Sie sind in viel höherm Grade durchkomponierte Kunstwerke; daß sie eine planvolle Gliederung haben und mindestens auf lange Strecken hin einen Faden spinnen, das zeigt noch der handschriftliche Text, zumal bei dem ersten Gedicht. Anderseits aber ist die Mehrzahl der Strophen in dem Grade abgerundet, daß kein barer Unsinn entsteht, wenn man sie beliebig durcheinanderwürfelt. So ist denn der nach Einschiebseln spähende Kritiker hier ganz anders gestellt als bei epischen Gedichten.

Müllenhoff hat nun fast lediglich auf die Logik des Zusammenhangs geachtet und, wo es nicht stimmte, mit raschem Federstrich die Strophen getilgt. Es galt der Grundsatz: was den Zusammenhang stört, ist unecht. Gedicht I hat er von 80 Strophen auf 50 + 1 herabgesetzt, Gedicht II von 210 Versen auf 125. Also Eingriffe von einer Schärfe, wie man sie sonst nicht gewohnt ist. Da man den Wert einer Textkritik nicht mehr nach der Menge ihrer Opfer bemißt, wird man doch fragen, ob es nicht anders geht.

Den Einwand habe ich gegen Müllenhoff nicht zu erheben, daß er an die Gedankenfolge überspannte Forderungen stellte; im Gegenteil glaube ich, daß er sie nicht sorgsam genug erwogen, sich auch nicht immer von Mißverständnissen frei gehalten hat (z. B. Str. 57. 63. 66. 67. 80). Meine Frage lautet vielmehr: ist Streichung das einzige Mittel, um zu verständlichem Zusammenhang zu kommen?

Von vornherein ist es glaubhaft, daß Texte solcher Art nicht nur Zusätze erlitten haben, sondern auch Verluste und Umstellungen. Einen Wink gibt uns hier die altnordische Rätselszene der Hervarar saga mit ihren drei Dutzend Rätseln (Eddica Minora Nr. 21): hier haben wir zwei handschriftliche Fassungen, und sie weichen voneinander ab namentlich in der Reihenfolge der Rätsel. Es traten also, und zwar gewiß schon in der mündlichen Überlieferung, starke Verschiebungen ein, was freilich bei einer Rätselkette wenig schaden konnte.

Zwar redet Müllenhoff von Lücken und Umstellungen (DAk. 5, 254 f.), aber im einzelnen rechnet er kaum damit. In I nimmt er nur zwei Verpflanzungen vor: Str. 39 vor 40; 78 vor 76. In II verzichtet er darauf. Im allgemeinen, wie gesagt, ist Ausscheidung für ihn die Panazee.

Demgegenüber glaube ich, daß mit Umstellung von Strophen viel zu erreichen ist. Sie ist ein weit schonenderes Mittel. Es ist konservierende Kritik, wenn wir einen Schaden statt durch Tilgung durch Verpflanzung heilen. Umgestellte Strophen zählen mit, sie bleiben Bausteine des Gedichts: ausgeschiedene tragen das Brandmal »unecht«, sie sind gleichsam ausgelöscht aus dem überkommenen Dichtungsschatze — auch wenn man, mit Müllenhoff, zugibt, daß sie selten »schlechter« sind als die echten, und daß sich Perlen darunter befinden wie Str. 11. 34. 47.

Im besondern ist dies zu bedenken. Nach dem Amputationsverfahren kommt man zu einer Menge »unechter«, unursprünglicher Strophen. Woher stammen sie? Bei den wenigsten nehmen die Kritiker an, sie seien *ad hoc* gedichtet worden, um den Zusammenhang zu stören: um, mit Luther zu sprechen, als der Mäuse Mist unter dem Pfeffer zu dienen. In der Tat darf man bezweifeln, ob von den sämtlichen 164 Strophen des Spruchbuchs mehr als zwei, nämlich 162, 4–9 und 164, für den vorliegenden Text verfertigt wurden; und diese zwei Visur, die als Klammern dienen sollen, heben sich ja schon von weitem von allen andern ab durch ihr motivloses Schnörkelwerk. Die meisten der eingefügten Strophen sollen schon vorhanden gewesen sein: »herrenloses, landläufiges Gut«, das den Schreibern ungesucht in die Feder floß oder vielleicht schon in der schriftlosen Zeit dem Gedächtnis der Vortragenden sich aufdrängte (vgl. DAk. 5, 158). Es hätte also »ein fast unerschöpflicher Vorrat« von Lehrstrophen bestanden (ebenda S. 281), und zwar von solchen, die inhaltlich nahelagen und sich auch formal recht schön einschmiegten in die betreffenden Gedichte — was sich nicht von selbst verstand, denn es gibt auch Spruchstrophen abstechender Form. Aber mehr als das. Manche dieser hereingeflogenen Visur haben nicht das Aussehen abgeschlossener, für sich bestehender Einzellehren, sondern scheinen Splitter ganzer Gedichte zu sein. So käme man denn auf eine Fülle ethisch-gnomischer Dichtungen, die dazu beisteuerten, die paar erhaltenen mit störenden Zutaten zu belasten.

Diese Annahme ist nicht zu widerlegen; aber sie ist unökonomisch. Das Umstellungsverfahren, wobei wir die Zahl der Dichter und der dichterischen Einheiten nicht erhöhen, ist haushälterischer.

Zwar wird man ja nie beweisen können, daß die verbesserten Zusammenhänge, die wir herstellen, einst wirklich vorhanden waren:

denn erstens müssen wir den Faktor des Strophenverlustes notgedrungen außer Rechnung lassen; zweitens wäre der ergänzende Beweis: wodurch jene gute Ordnung zu der überlieferten schlechten sich wandelte, nur etwa an einzelnen Stellen zu erbringen. Im Blick auf die kühne Neuordnung im Corpus poeticum boreale, die so wenig überzeugt hat, könnte man sagen: Vestigia terrent. Darauf wäre zu antworten, daß uns Müllenhoffs und der Späteren Forschung instand gesetzt hat, den Weg besser ausgerüstet und mit mehr Behutsamkeit unter die Füße zu nehmen. Zugegeben, daß man vor unserer Herstellung mit einem letzten Zweifel und Vorbehalt stehen wird: der Versuch, schien mir, lohnte sich, wie weit man mit dem Mittel der Umstellung kommt. Dieses Mittel ist nicht nur das glimpflichere und sparsamere, sondern auch das leistungsfähigere: die Gedankenfolge unsrer durch Umstellung kurierten Texte darf man mit ganz andern Maßstäben messen als die der atethetisch behandelten. Als Beispiele, wo der Zusammenhang bei Müllenhoff und seinen Nachfolgern mangelhaft oder nur scheinbar ist, nenne ich Hav. 19 : 22 (oder 21 : 22). 46 : 52 : 57 (oder 51 : 52 : 57). 72 : 75 : 78. 116 : 119. 128 : 129 : 132. Ohne daß wir viel mit der bequemen Annahme von Lücken arbeiteten, gelangen wir in beiden Gedichten zu einer Strophenfolge, die ungezwungen und einleuchtend wirkt. Daß bei diesen strengeren Ansprüchen so wenige Visur verbannt werden müssen, wird man doch ungern auf Zufall oder auf die Deutekunst des Kritikers abschieben; die Tatsache spricht doch wohl dafür, daß die Neuordnung einst Vorhandenem auf die Spur kommt, wenn auch nicht in jeder Einzelheit.

Oft kommt uns die Beobachtung des Stils, des Wortgebrauchs, zu Hilfe. Müllenhoff hat diese Seite, auf Kosten der Logik, allzusehr vernachlässigt. Es ist mißlich, Strophen zu tilgen, die mit anerkannt echten intim verwandt sind im Ausdruck. Nicht selten ist die überlieferte Strophennachbarschaft gefestigt durch sprachliche Mittel: Anaphora, Epiphora, freiere Wortaufnahme. Dieselben Klammern zeigen sich da und dort zwischen Strophen, die wir erst aneinanderrücken, und dienen so zur Bestätigung der erschlossenen Gedankenfolge.

Eine Seite an Müllenhoffs Textkritik hat auch bei Hoffory, Symons und Mogk keine Nachfolge gefunden. Von dem Vorbilde Lachmann hatte Müllenhoff den Glauben an Zahlensymmetrie übernommen. Um die drei Teile des ersten Gedichts auf die Strophenzahlen 20 – 20 – 10 zu bringen, hat Müllenhoff hinterher noch ein paar unanstößige Visur gestrichen. Auch das zweite Gedicht soll die runde Zahl 20 verwirklichen. Es müßte sich doch aber irgendwie nachweisen lassen, daß die altnordische Stabreimdichtung dieses Streben kannte nach symmetrischen Maßen und nach dem Zehnersystem. In den Werken der münd-

lichen Zeit finde ich keine Spur davon (abgesehen von den geregelten Zwischenräumen der Kehrreimlieder). Ein geistliches literarisches Werk wie die Lilja aus dem 14. Jahrhundert beobachtet die Hundertzahl: aber nicht einmal Snorri in seinem gelehrten Mustergedicht wurde mit der Dezimalrechnung fertig (s. Háttatal Str. 100).

Das erste Sittengedicht.

Rechnen wir die handschriftlich überlieferte Reihe von Str. 1—80, weil nach 80 ein greifbarer Einschnitt liegt. Müllenhoff tilgte von den 80 Strophen 29, Symons 23, F. Jónsson 22. Ich glaube mit 10 Tilgungen auszukommen; d. h. 10 Visur machen nicht bloß an ihrer überlieferten Stelle Schwierigkeit, sondern fallen stilistisch oder inhaltlich aus dem Bereich des Gedichtes heraus. Es sind 12—14. 15. 73. 74. 75. 78. 79. 80. Bei einigen weitern Strophen glaube ich an die Zugehörigkeit zu dem Gedichte, aber für ihre Einfügung bieten sich mehrere Möglichkeiten: s. u. Nr. 26. 45. 46. 57. 63.

Havamal I hat zwei deutliche Einschnitte. Den ersten bildet das anaphorische Strophenpaar 36. 37 *Bú er betra*: es stellt mit Nachdruck den Wert der eignen Wirtschaft gegenüber den vorher behandelten Schwierigkeiten, die man draußen, unter den Leuten, zu bestehn hat. Es geht nicht an, die erste der *Bú*-Strophen als Schluß des ersten, die zweite als Anfang des zweiten Stückes zu fassen (Müllenhoff, Symons): sie gehören aufs engste zusammen, und die Wendung im Gedanken erfolgt nicht zwischen den beiden Visur, sondern vor bzw. mit Str. 36. Der ganze vorangehende Teil (A) ist verhältnismäßig einheitlich: er bewegt sich um den *gestr*, d. h. den Fremden, und zwar zumeist unter dem Gesichtspunkt, welche Figur der Kluge und der Tor machen außerhalb des eignen Heims, in Gesellschaft. Zu all diesen Lehren kann man sich den Hintergrund der Stube, der bäuerlichen Halle, denken, mit ihren von auswärts gekommenen Insassen, die sich mißtrauisch beäugen und zwischen denen ein unausgesprochener Wettkampf der Gewandtheit besteht. Dementsprechend dringt hier der Dichter wenig in die stillen Tiefen des Menschenherzens: er hält sich mehr an das vor Augen Liegende, gelegentlich betritt er den Boden von Tischzuchtregeln und das Genus dicendi ist nüchtern, gedämpft. Die Wörter *fróðr, horskr, kuðr, varr, gœtinn, kunno* und *vita, vit, mannvit*; — *ósnotr, ósviðr, heimskr, dølskr* sind ausschließlich oder weit überwiegend in diesem ersten Teile vertreten und geben die beherrschenden Klänge her.

Der mit Str. 36 einsetzende zweite Teil (B), bis 67 gerechnet, ist stofflich viel bunter: unter ein einzelnes Schlagwort läßt er sich nicht zusammenfassen. Die bevorzugten Beiwörter sind hier *góðr, betri*,

illr; *mildr* und *gløggr*; *hvatr*, *frøkn* und *ósniallr*; *sæll*; doch auch, in einer engern Strophengruppe, *snotr* »gedankenvoll« mit seinen Komposita. Eine befriedigende Folge und Gliederung ergibt sich hier erst aus zahlreichen Umstellungen.

Der zweite deutliche Einschnitt ist Str. 68 *Eldr er beztr.* Diese Worte bilden eine ohrenfällige Entsprechung zu dem *Bú er betra* von 36. 37, und zwar im steigernden Sinne: es beginnt nun die Betrachtung der besten Lebensgüter, dessen was am Dasein eigentlich zu schätzen ist. Dieser viel kürzere Schlußteil des Gedichts (C) übertrifft an Einheitlichkeit auch den ersten Teil weit. Er ist der einzige, der eine feste, geradlinige Abfolge der Gedanken hat. Hier können wir am bestimmtesten urteilen über Zugehöriges und Störendes. Müllenhoffs Hand war hier am wenigsten glücklich: er hat vier Strophen hergerechnet, die diesem Zusammenhang entschieden widerstreben, und mindestens zwei davon wären auch durch Verpflanzung nicht zu retten für Havamal I. Zur Ausnahme müssen wir hier weiter gehn in der Tilgung.

Folgen wir nun dem Gedankengang des Gedichts, indem wir die nötig erscheinenden Umstellungen begründen. (Die Strophenzahlen in Fettdruck gehn auf unsre Reihenfolge, die andern sind die der Buggeschen und Neckelschen Ausgaben.)

A. »*Gestr*«, der Fremde; Kluge und Toren in Gesellschaft.

1—7. Dieser Eingang ist in richtiger Ordnung überliefert. Er legt dar, was dem Ankömmling nottut. Str. 5 *Vits er þorf*, mit Wortspiel anknüpfend an 4 *Vats er þorf*, bringt den Übergang von den äußern Erfordernissen zu dem innern, dem Verstande, und damit zu dem Hauptthema von Teil A. Str. 6 (Z. 1—6) ergänzt die Lehre von der Notwendigkeit des Verstandes: nicht prahlerisch soll er machen, vielmehr vorsichtig (*gætinn*, *varr*). Worauf 7 das Verhalten des Vorsichtigen (*varr*) beschreibt.

Die in der Handschrift folgenden Strophen 8. 9 sind nach allgemeiner Annahme an dieser Stelle unmöglich. Wir werden in Gruppe Bb Platz für sie gewinnen (Nr. **54. 55**). Die Fortsetzung von Strophe 7 finden wir in:

8. 18. *Sá einn veit, er víða ratar.* An der überlieferten Stelle störend, daher von Müllenhoff, Symons, F. Jónsson gestrichen. Die Strophe kann den Gedanken von 7, 4—6 ausführen: was der Erfahrene mit Ohr und Aug auskundschaften will, ist die Gesinnung der Tischgenossen: dazu nun **8** (18): nur der Vielgereiste hat die Kenntnis der menschlichen Sinnesart, sofern er nämlich *vitandi er vits*

(Z. 6). Z. 2 *er viđa ratar* wiederholt 5, 2, und Cpb. hat daher 18 gleich nach 5 gestellt. Doch beachte man, daß diese aufgenommenen Worte das zweitemal in andrer Richtung zielen: in 5 hieß es »der Weitgewanderte braucht Verstand«, in 18 »er hat Menschenkenntnis«. Auch sonst scheint mir die Folge 5. 6. 7. 18 vorzuziehen, denn 18, 6 *sá er vitandi er vits* bildet einen sehr guten Übergang zu 10, 1—3, dem Preise des *mannvit* für den Wandrer. Es folgen also:

9. 10. *Byrđi betri . . . . . auđi betra.*

10. 11. *Byrđi betri . . . . . vegnest verra.* Zwei ausgezeichnete Strophen, deren Tilgung der Wunsch nicht rechtfertigt, 7 dicht neben 17 zu haben. Die zweite wendet sich am Schluß zur Warnung vor dem Trunke. Hier hat ein Schreiber ganz passend das Bruchstück aus einem dritten Odinsbeispiel eingeschaltet: Str. 12—14. Daß diese Visur einer andern dichterischen Einheit entstammen, hat Cpb. gesehen (1. 23): Hoffory hat fein und erschöpfend darüber gehandelt (Eddastudien S. 64 ff.). Die Frage scheint mir dadurch entschieden. Str. 12, für sich genommen, ließe sich für unser Sittengedicht halten: aber besser faßt man sie doch als lehrhaften Eingang der Odinsnovelle, somit als Gegenstück zu 84 *Meyiar orđom* und 103, 4 ff. *Minnigr ok málugr*, den Eingängen der beiden andern Beispiele. Die Epiphora 12, 6 *síns til geđs gumi*: 14, 6 *hverr sitt geđ gumi* spricht im besondern für Zusammengehörigkeit von 12 und 14.

Daß 15 *þagalt ok hugalt* an ihrer Stelle stört, nehmen Müllenhoff, Symons und F. Jónsson an. Ich mache hier die Tilgung mit, denn ich wüßte diese Strophe auch an andern Stellen nicht für Hav. I zu retten: das *þióđans barn* bringt in unser Gedicht, das keine Fürsten, keine Stände kennt, einen fremden Klang. Die zweite Hälfte für sich läge im Gedankenkreis von Bb (s. u.). Ihre logische Verbindung mit der ersten hat Rosenberg zu fassen gesucht (Nordb. 1. 221), nicht überzeugend: ich glaube hier an Zusammenstückung zweier fremder Teile wie bei Str. 63, s. u. zu Nr. 56.

Str. 16 paßt vortrefflich in die Reihe Bb, s. u. Die Einsetzung von 15 geschah im Blick auf 6 und 7 (*þogull*, *þegir*), 15, 3—6 zog wieder das antithetische 16 an diese Stelle.

Den richtigen Anschluß an 10 (11) haben wir in:

11. 17. *Kópir afglapi.* Die erste Hälfte stellt, kontrastierend mit 7, das Gebaren des Tölpels in Gesellschaft hin: die zweite greift das in 11, 4—6 gebrachte Trunkmotiv auf und zeigt, wie das Trinken schädlich werden kann. Daran schließt sich aufs beste an:

12. 19. *Haldit mađr á keri.* Es fällt auf, daß nur hier, innerhalb A, ein Hörer mit »du« angeredet wird; auch der Adhortativ (dreimal in Z. 1—3) begegnet sonst in A, von *skyli(t)* abgesehen, nur

noch 15 (33), 3 (etwas öfter in Teil B: 54—56. 61; A 28, 1. 31, 1 *þykkiz* ist einräumender Optativ). Aber Verdacht gegen die ursprüngliche Zugehörigkeit braucht dies nicht zu wecken. Unter Umständen hat der Dichter eine vorhandene Strophe übernommen.

Auf das Trinken folgt füglich das Essen, und mit diesem beschäftigen sich die drei Strophen:

13. 20. *Gráđugr halr.*

14. 21. *Hiarđir þat vito.*

15. 33. *Árliga verđar.* Diese Strophe paßt hier aufs beste; auch sie warnt vor einem Zustande, worin der Magen den Mann lächerlich macht, wie Vísa 20. Was Str. 33 in ihre jetzige Umgebung verschlagen hat, weiß ich nicht: sie wirkt hier als störender Nachzügler, obwohl Symons und F. Jónsson sie nachsichtig stehn lassen; in den vorangehenden Lehren 31. 32 ist schon von viel vorgerückteren Situationen die Rede. Im übrigen ist die Folge 12—14 (19—21) in der Handschrift richtig bewahrt: erst die Zahlensymmetrie hat Müllenhoff auf den Gedanken gebracht, 20. 21 müßten hinaus, denn sie beträfen Tischzucht (das tun 17. 19 auch), außerdem hätten wir von Str. 5 ab »wesentlich nur Ratschläge für die vorsichtige Haltung bei Gelagen andern gegenüber« (dies gilt auch für die drei Eßstrophen). Zum Überfluß haben wir in 20, 5 die Lieblingswendung unsres Dichters, *er međ* (*horskom*) *kømr*, als geraden Kurzvers; s. u. zu Nr. 25; und die Stilform der Str. 21, erster Helming Gleichnis, zweiter Anwendung, kehrt noch dreimal in diesem Sittengedicht, und sonst in keinem, wieder (s. 50. 57. 62).

Mit dem Schlußverse: *ok kann fregna at fá* gewinnt Str. 15 (33) den Übergang zu den Lehren vom Fragen und Berichten. Mit markanter Wortaufnahme folgt:

16. 63, 1—3. *Fregna ok segia skal fróđra hverr, sá er vill heita horskr.* Z. 4—6 sind aus einem andern Zusammenhang herverschlagen, s. u. Nr. 56. Die Strophe ist also unvollständig. Als Fortsetzung ziehe ich herbei:

17. 57. *Brandr af brandi.* Lehrt den Nutzen des *Fregna ok segia:* Gespräch macht kundig, unterrichtet; eingebildetes Schweigen macht dumm (vgl. Zs. d. Ver. f. Volkskunde 25, 112). Die Stilform ist durch Str. 21 auch für Teil A gewährleistet. An 52 schließt der Gedanke nicht an, wie man geglaubt hat: er paßt überhaupt nicht zu B. Sprachlich eng mit 16 (63) verkettet ist:

18. 28. *Fróđr sá þykkiz* (darf sich halten), *er fregna kann ok segia it sama.* Den zweiten Helming, dessen logischen Anschluß Detter und Heinzel bezweifeln, fasse ich so: man kann seine Eigenschaften durchaus nicht geheimhalten: also man muß sich einmal der Probe

unterziehen, ob man versteht *at fregna ok segia.* Dann werden wir auch gut fertig mit der Visa, bei welcher Detter und Heinzel wieder an zwei nahtlose Hälften dachten:

19. 30. *At augabragđi* . . .: Man spotte nicht voreilig; denn mancher hält sich für kundig (und also zum Spott berechtigt) nur, so lange er jene Probe noch nicht bestanden hat. Z. 4—6 werden abgewandelt durch:

20. 26. *Ósnotr mađr þykkiz allt vita.* Der zweite Helming gibt die Antithese: der *ósnotr* versagt beim *viđ kveđa* (= *segia* 63, 1. 28, 3). Dieser bedenklichen Lage entgeht er durch Schweigen oder Wenigreden:

21. 27, 1—6. *Ósnotr mađr, er međ aldir kømr.*

Daran schließen sich aufs engste die schlimmen Folgen des Nieschweigens:

22. 29. *Œrna mælir, sá er æva þegir,* . . . Die Worte *mæla* und *þegia* hat die vorangehende Strophe der unsrigen auf die Lippen gelegt. **21** und **22** bilden eine engere Einheit. Es lenkt zurück zu dem Eingang dieser Lehre, dem *Ósnotr mađr*-Anfang von **20. 21**: dieser Unkluge hat auch die Eigenschaft der Vertrauensseligkeit:

23. 24. *Ósnotr mađr hyggr sér alla vera . . . hitki hann fiđr.*

24. 25. *Ósnotr mađr hyggr sér alla vera . . . þá þat fiđr.*

Die zweite dieser Strophen ist eine so gute Fortsetzung und Ergänzung der ersten, auch durch die Wendung in Z. 4 *hitki hann fiđr: þá þat fiđr* so wohl angenietet, daß wir an dem beiläufigen Ausblick auf das *þing* keinen Anstoß zu nehmen brauchen. An 25, 6 *á formælendr fá* knüpft mit Epiphora:

25. 62. *Snapir ok gnapir*: wie bedauernswert sich der benimmt, der keine *formælendr* hat. Epiphora hat das Gedicht noch 8 : 9. 42 : 45 (vgl. o. 12 : 14). Neben Z. 1 halte man die klanglich und ethisch verwandten Anfangszeilen: *Sitr ok snópir* 33, 4; *Kópir afglapi* 17, 1. Z. 5 *er međ morgom kømr* hat den Stempel des vorhin besprochenen 20, 5: sieh auch 27, 2, allerdings auch in Teil B *er međ frøknom kømr* 64, 5. Man wäre versucht, diese Str. 64 hierher zu setzen: stilistisch würde sie am besten zu A, gedanklich besser zu B passen; s. u. Nr. **57**.

26. 22. *Vesall mađr ok illa skapi.* Nach dem allgemeinen Motiv nächstverwandt mit Nr. **19** und **20**: das Höhnen dessen, der sich mit Unrecht überlegen glaubt. Aber die Reihe, die vom Reden und Schweigen handelt (**16**—**22**), darf nicht unterbrochen werden durch unsre Strophe, die von dem Bösartigen und seiner Schande spricht (*illa skapi*: *vamm*): die Bedeutung »klent utrustad (till förståndet), mindre vetande« kann *illa skapi* meines Erachtens nicht haben (s. Lindroth.

Xenia Lideniana S. 60). Daß die Strophe zu A gehört, wird gestützt durch den Anklang von Z. 4 *hitki hann veit* an die vierten Zeilen in 26. 24; wenn wir mit Cpb. und Bj. M. Ólsen *vesall* in *ósnotr* oder *ósviðr* ändern, auch durch den Anklang an 24—27. Eine bessere Stelle finde ich für unsre Visa nicht. Ihr schärferer Ton bildet keinen schlechten Übergang zu den zwei folgenden Strophen, die von der Spott- und Zanksucht der Gäste reden; insbesondere leitet das *hlær at hvívetna* über zu dem *hæðin* in 27 (31), 3. Es folgen also:

27. 31. *Fróðr þykkiz, sá er flótta tekr*: Der gegen die Mitgäste Spottlustige darf sich für *fróðr* halten, wenn er wenigstens rechtzeitig flieht: denn er kann nicht wissen, ob er sich nicht ernsthafte Feinde macht.

28. 32. *Gumnar margir*: Das Gelage ist nun einmal von jeher ein Zankstifter. Z. 6 *gestr við gest* weist zurück auf 27. 3 *gestr at gest*.

29. 35. *Ganga skal*. Augenscheinlich der Abschluß unsrer *gest*-Strophen, zugleich eine gute Vorbereitung von Ba. An die zwei vorangehenden Gesätze schließt 29 nicht eigentlich an, denn das *ganga* meint nicht den Rückzug von dem bedrohlich werdenden Gelage, sondern den Abschied von der (mehrtägigen) Gastherberge. Denkbar, daß vor 29 (35) etwas verloren ist.

Ba. Eigenes Heim. Geschenke. Echte und falsche Freunde.

30. 36. *Bú er betra . . . . . þótt tvær geitr eigi.*

31. 37. *Bú er betra . . . . . blóðugt er hiarta.*

Über diese einschnittbildenden Strophen s. o. S. 109. *Heima* in Z. 3 kontrastiert insbesondre mit 29 (35), 6 *annars fletiom á*. 31, 4—6 »sich das Essen erbitten müssen ist schmerzlich« leitet über zu:

32. 66. *Mikils ti snemma.*

33. 67. *Hér ok hvar*:

Ich hab's erfahren: man ist nicht an jedermanns Tische gern gesehen. Dies ist der Gedanke des Strophenpaars, nicht (mit Müllenhoff): wer sich beliebt zu machen weiß, ist überall leicht willkommen. An der überlieferten Stelle passen die zwei Visur nicht, weshalb sie auch F. Jónsson in seiner ersten Ausgabe getilgt hat. Der gedankliche Anschluß an 31 (37) scheint mir schlagend. Das Wort *matr* verknüpft 31, 6 — 33, 3 — 34, 2.

Aus den zwei vorangehenden Strophen setzt sich die Ich-Erzählung im Präteritum fort in:

34. 39. *Fannka ek mildan mann*: Auch die mit dem Essen Freigebigen, die ich traf, waren für Geschenke empfänglich. Das Motiv vom Schenken führen die zwei folgenden Strophen aus:

35. 41. *Vápnom ok váđom*: Was man unter Freunden schenken soll und zu welchem Nutzen.

36. 52. *Mikit eitt skala manni gefa*: Auch kleine Geschenke tun ihren Dienst. Der Rückblick im zweiten Helming: . . . *fekk ek mér félaga* öffnet die Erinnerung zu dem wärmern Geständnis, das wiederum die Ich-Erzählung fortführt:

37. 47. *Ungr var ek forđom*: Ich hab's erfahren, wie ein Gefährte wohltut. Der Gegensatz zu Z. 4—6 ist:

38. 50. *Hrørnar þǫll*: Der Einsame hat ein unerträgliches Leben. Hier ordnet sich gut ein die prächtige Strophe, die der Schreiber nach Teil A verpflanzt hat, und die mit ihrer innerlichen Freundschaftslehre unter den *gest*-Regeln ganz fremd dasteht:

39. 34. *Afhvarf mikit er til illz vinar.* Es tönt hier noch die Vorstellung des Wanderns von **37** nach: die wärmere Stimmung hält gute Nachbarschaft mit den zwei vorausgehenden Visur. Indem die Strophe das Motiv des falschen Freundes neu einführt, leitet sie über zu der Gruppe über das Verhalten zu echten und falschen Freunden:

40. 42. *Vin sínom skal mađr vinr vera ok gialda giǫf viđ giǫf.*

41. 43. *Vin sínom skal mađr vinr vera, þeim ok þess vin.*

42. 44. *Veiztu, ef þú vin átt.* Mit Anklängen an **35. 36. 40**, 3, auch an **39**, 4. 5. Die in syntaktischem Gleichlauf gebaute Antithese dazu ist:

43. 45. *Ef þú átt annan.* Z. 6 nimmt **40**, 6 auf.

44. 46. *Þat er enn of þann.* Die Strophe könnte Überlieferungsdublette zur vorigen sein (wobei Z. 1 nach 45, 1 zu ändern wäre); denn einen neuen Gedanken bringt sie nicht herzu. Dann hätte man eine der beiden Strophen zu wählen. Doch ist zu erwägen, daß beide Visur als Schlußvers ein vorhandenes Sprichwort verwenden (Volkskunde 25, 112): dann möchte der Dichter die beiden gleichlaufenden Strophen auf diese Spitze hin gebaut haben.

Man bemerke, daß **42—44** aus dem Stil herausfallen durch ihre gehäufte Du-Anrede, die der Lehre eine ungewohnte Dringlichkeit gibt. Dies ist sonst die Art des zweiten Sittengedichts, und so hat denn Cpb. 1, 16f. unsere drei Strophen zwischen 121 und 122 verpflanzt. Dies geht aber nicht an, weil die ethische Haltung des zweiten Dichters deutlich eine verschiedene ist (s. u.). Die Visur 45 und 46 treiben den skrupellosen Nützlichkeitssinn des ersten Dichters besonders weit, indem sie heuchlerisches Schöntun gegen den zweideutigen Freund empfehlen. Aber anderes steckt auch kaum in der unverdächtigen Str. 42, 4—6, und noch die hochchristlichen Hugsvinnsmál stoßen sich an diesem Grundsatz nicht (Gerings Ausgabe Str. 41).

45. 51. *Eldi heitari brenn med illom vinom.* Die falschen Freunde schließen an 43. 44 an. Aber der Standpunkt bei dem Ermahnten ist verlassen: die Lehre versetzt sich unter die *illir vinir.* Man könnte die Visa auch hinter 39 stellen.

Damit ist eine in sich verbundene Reihe zu Ende. Die nächste beginnt ohne Gelenk:

Bb. Die Gesinnung des Lebensweisen; gegliedert in 46—53 »Nicht zu viel Gedanken, Sorgen, Furcht und Knauserei« und 54—57 »Selbst ist der Mann«.

46. 53. *Lítilla sanda.* Die erste Hälfte scheint mir nach wie vor dunkel (vgl. Bj. M. Ólsen, Arkiv 31, 64 ff.); dies erschwert die Beurteilung. Der Gedanke der zweiten: »es gibt überall zweierlei Menschen, weisere und unweisere« macht das Gesätze allenfalls geeignet als Vorspiel zum folgenden (wir behalten dabei die handschriftliche Ordnung). Zu ergänzen wäre etwas wie: wer zu der weisen Hälfte gehören will, bedenke folgendes.

47. 54. *Medalsnotr ..... þeim er fyrda.*

48. 55. *Medalsnotr ..... þvíat snotrs mannz hiarta.*

49. 56. *Medalsnotr ..... ørlog sín.*

Die Mahnung »Nicht zu gedankenvoll!« führen die zweiten Helminge nach verschiedenen Seiten aus. Verdeutlicht wird sie durch 48, 4. 5 und 49, 6: übers Maß *snotr* zu sein, das steht dem Frohsinn, der Sorglosigkeit im Wege. Der Dichter hätte schwerlich gesagt *medalvitr* oder *medalfródr*: gescheit und erfahren kann man nicht zu sehr sein. *Snotr* gibt man wohl mit »gedankenvoll« annähernd wieder. Wir schließen an:

50. 23. *Ósvidr madr*: Der Unweise durchwacht voller Gedanken die Nächte. Innerhalb A ist die tiefsinnige Visa unmöglich; sie denkt nicht an törichtes Betragen unter den Leuten, sondern an den geheimen Seelenzustand des für sich betrachteten Menschen. Daß Müllenhoff und Symons sie entfernen, ist daher berechtigt: nur findet sie den denkbar besten Anschluß an 49, 4—6: sein Schicksal wisse keiner voraus, dann ist er am sorglosesten.

An die »Sorgen« in 49, 6, das »Elend« in 50, 6 fügt sich:

51. 48. *Mildir, frøknir menn ...*: Um jener Trübsal zu entgehn, muß man freigebig und beherzt sein. Das Gesätze fällt rhythmisch aus der gewohnten Bewegung heraus: alle drei Verse des ersten Helmings, beide geraden Kurzverse der Strophe sind auftaktlos. Das ist in der Sammlung Havamal und außerhalb eine große Seltenheit. In unserm Falle kommt dazu die lahme Bildung des ersten Hauptstabs durch das Wort *menn*, das von seinen zugehörigen Adjektiva durch die Versgrenze losgerissen und dem nachfolgenden *bazt lifa* ungut

übergeordnet ist. Der Stabreim ist in dieser Langzeile ein schlechter Ausdruck des Gedankeninhalts. Aber da die Strophe nach vorn und hinten so gut anschließt, würde ich für diese Abnormität ungern spätern Einschub verantwortlich machen. Die Visa bringt die Begriffspaare »freigebig: beherzt, mutlos: geizig« in dieser chiastischen Verschränkung. Der Begriff »mutlos«, *ósniallr*, wird durch dieses selbe Wort aufgenommen und das *uggir hotvetna* in erwünschter Weise weitergeführt durch die schöne Strophe, die wieder das Mißgeschick hatte, nach Teil A versprengt zu werden, und die dort freilich in eckigen Klammern ihren Geist aushauchen mußte:

52. 16. *Ósniallr madr hyggz muno ey lifa.*

An das andre Begriffspaar von **51**, »freigebig: geizig«, knüpft die nächste Strophe an:

53. 40. *Fiár síns, er fengit hefir*: Anstatt sich kümmerlich zu ängsten, gönne man sich das Seine! es geht mit dem Sparen nicht immer nach Berechnung.

Damit ist eine Gruppe zu Ende, die einen gewissen großzügigen Leichtsinn empfiehlt. Läßt man hierauf folgen:

54. 8. *Hinn er sæll, er sér um getr lof ok líknstafi*:

55. 9. *Sá er sæll, er siálfr um á . . .*, so erhält man die erforderliche Beziehung zu dem einleitenden *hinn* »der vielmehr«: den Gegensatz bildet der sorgenvolle Kümmerling, um den die sechs oder sieben letzten Strophen gekreist haben. »Glücklich ist vielmehr der, der aus eigner Kraft Lob und Beliebtheit erwirbt.« Nach der Reihe der Freundschaftsstrophen, **35—45**, schiene mir der Gedanke weniger zu passen; der Dichter von **37. 38** kann es nicht so gemeint haben, daß man sich am besten ohne Freunde durchs Leben helfe.

Daß die zweite Strophe das antithetische *Hinn* durch *Sá* ersetzt, ist in der Ordnung. Den Gedanken von **54**, 4—6 verschärft sie zu: »üble Ratschläge hat man oft entgegengenommen aus des andern Busen«, und hiermit verbindet sich ungezwungen eine Visa, die wir erst aus zwei getrennten Helmingen aufbauen müssen.

56. 65. *Orda þeira, er madr ǫdrom segir,*
opt hann giǫld um getr:
63, 4—6. *einn vita, né annarr skal,*
þióð veit, ef þrír ero.

Den zweiten dieser Helminge hat der Regius mit einem widerstrebenden Partner gekoppelt: auf die gesellige Mahnung *Fregna ok segia skal fróðra hverr* . . . (die nach Gedanken und Wortschatz auf Teil A weist) kann niemals folgen das selbstgenügsame »Laß dein Wissen nicht an den zweiten Mann kommen.« (Der *einn* ist ja das Subjekt selbst und der

annarr der erste der Mitmenschen: nicht wie Simrock und andre übersetzen: »Nur einem vertrau er, nicht auch dem andern.«) Der Ausdruck 65, 1. 2 *orða . . . segir* kann nicht auf Schmähworte zielen (dafür wäre nicht *segia* gebraucht); die Ergänzung der Papierhandschriften: *Gatinn ok geyminn* . . . träfe gedanklich das Richtige, aber es bedarf keiner Ergänzung, da die beiden hier verbundenen Helminge ein einwandfreies Ganze geben. Unvollständig ist nur 63, 1—3 (o. Nr. 16) überliefert.

57. 64. *Ríki sitt skyli ráðsnotra hverr í hófi hafa.* Die Strophe ist schwer unterzubringen. Die zweite Langzeile, die nahe an 24. 4. 5 anklingt und sich mit 25. 5 berührt, ließe an Teil A denken. Dort könnte die Visa zur Not überleiten von der Gruppe 16—25, Benehmen des Kundigen und des Toren in Gesellschaft, zu Str. 26, Dünkel des Bösartigen. Aber in A dreht es sich doch nirgends um den Gebrauch der Macht und um Begegnung mit Kühnen. Dagegen zu dem »Selbst ist der Mann« in 54—56 könnte unser Gesätze die Einschränkung hinzubringen: Kenne deine Grenzen! Wieder darf man hier mit einer Lücke rechnen.

Bc. Es folgt eine lose geknüpfte Kette von praktischen Regeln, die auf greifbare Momente des Alltags gehen. Darin unterscheiden sie sich von den Reihen Ba und Bb, die den Blickpunkt allgemeiner nehmen. Es ist mehr Ähnlichkeit mit A: man halte etwa 58 neben die geistes- und sprachverwandte Str. 1; 60 neben 15; 62 neben 3. 4. Aber das Thema vom *gestr* und von der Einkehr unter fremdem Dache wird hier nicht wieder angeschlagen: auch in 62 steht der Dingritt im Augpunkt, den in A 24 nur ein Seitenblick traf, und von spottenden Nachbarn — auf die man vorbereitet wäre — ist nicht die Rede. Bc steht also in unserm Gedicht mehr für sich, und eine erträglichere Stelle als zwischen Bb und C böte sich schwerlich. Die Ordnung von 59—62 (58—61) habe ich aus der Handschrift übernommen: die von weiter vorn geholte Strophe 58 (38) läßt man vielleicht als ein Gelenk nach 57 (64) gelten, sofern es hier schon etwas kriegerischer einsetzt.

58. 38. *Vápnom sínom.*

59. 58. *Ár skal rísa, sá er annars vill fé eða fiør hafa.* Die kriegerische Haltung dauert an. Es ist in dem ganzen Gedicht die Strophe, die am meisten Fehdegeist ausdrückt. Das friedliche Gegenstück dazu ist der anaphorische Zwilling:

60. 59. *Ár skal rísa, sá er á yrkendr fá.*

In das hiermit betretene Gleis der bäuerlichen Arbeit paßt zwar gut:

61. 60. *þurra skíða.* Doch fragt man sich mit G. Vigfússon, ob dieses Gesätze nicht erst der Unterbau ist zu einer Lehre, die uns

verlorenging; Str. 22, woran Detter-Heinzel erinnern, würde als Ergänzung nicht passen. Auch zu:

62. 61. *þveginn ok mettr* spinnt sich kein besonderer Faden hinüber. Daß **59** ff. einen Tagesverlauf abwickelten, ähnlich wie Germania c. 22 (Müllenhoff, DAk. 5. 257), trifft doch nur sehr von ferne zu!

Bleibt noch éine Strophe, die, wenn überhaupt, nur in Abschnitt B Unterschlauf findet:

63. 49. *Váðir minar gaf ek velli at.* Sie baut sich auf einem Sprichwort auf des Sinnes »Kleider machen Leute« und stellt das Schenken der Gewänder offenbar nicht in das Licht der Freigebigkeit unter Freunden, ordnet sich also kaum neben **34—36**. Die Anlage — fünf Zeilen Ich-Bericht im Präteritum, dann eine Gnome — kehrt wieder in zwei Visur von Teil B, **33** und **37**, und mit dieser zweiten Strophe ist **63** (49) auch im Satzbau so ähnlich, daß wir auf denselben Dichter schließen dürfen. Daher ist Streichung nicht ratsam. Auf den Wortanklang *váðir* **63**, 1 : *vaddr* **61**, 3 lege ich kein Gewicht, denn das Motiv weicht ab. Auch enthält **63** keine Lehre für eine bestimmte Lebenslage wie die fünf vorangehenden. Man überlege, ob sich für unsere Strophe ein besserer Platz bietet. Ein gewisses Gelenk scheint mir die Schlußgnome nach dem alsbald folgenden Teil C zu bilden.

C. Die höchsten Güter des Lebens. Oder: was dem Leben Wert gibt.

64. 68. *Eldr er beztr.* Über die Beziehung dieser Strophe zu **30** (36), dem Anfang von B, haben wir gesprochen. Unser Eingang stimmt sehr fühlbar den gehobenern Ton an, der den kurzen Schlußteil von Havamal I auszeichnet. Vier Güter nennt die Strophe als die besten: Feuer, Anblick der Sonne, Gesundheit, ein Leben ohne Makel. Man halte daneben eine hellenische Vierzahl (bei Th. Bergk, Poetae lyrici graeci p. 1289: eine dem Simonides zugeschriebene Strophe):

ὙΓΙΑΊΝΕΙΝ ΜῈΝ ἌΡΙϹΤΟΝ ἈΝΔΡῚ ΘΝΑΤῷ,
ΔΕΎΤΕΡΟΝ ΔῈ ΦΥᾺΝ ΚΑΛῸΝ ΓΕΝΈϹΘΑΙ,
ΤῸ ΤΡΊΤΟΝ ΔῈ ΠΛΟΥΤΕῖΝ ἈΔΌΛωϹ,
ΚΑῚ ΤῸ ΤΈΤΑΡΤΟΝ ἩΒᾶΝ ΜΕΤᾺ Τῶν ΦΊΛωΝ.

Also Gesundheit, schönes Äußere, ehrlich Reichwerden, unter Freunden Jungsein: das erste kehrt bei dem Nordländer wieder, das dritte berührt sich mit dem vierten der Edda und mit der »reichlichen Habe« in **65**, 5; die »Freunde« haben ein Gegenstück in den

Verwandten, die nach 65. 4 beglücken können. Ohne Entsprechung bleiben die Schönheit des Griechen, Feuer und Sonne des Nordmanns.

Der weitere Gedankengang knüpft zunächst an Z. 4, die Gesundheit, an:

65. 69. *Erat maðr allz vesall*: Auch bei schlechter Gesundheit kann man glücklich sein: durch Söhne oder (weitere) Verwandte oder reichliche Habe oder durch Taten. Dann zieht der Dichter den Kreis noch enger:

66. 70. *Betra er lifðom:* Sogar das bare Leben ist noch zu schätzen; der Lebende erwirbt noch eine Kuh, der Tote hat nichts mehr von seinem Reichtum (dies ist die zu erwartende Antithese und nicht, mit Bj. M. Ólsen, Arkiv 31, 71: der Arme kommt noch zu Besitz, der Reiche ist vom Tod bedroht).

Den Gedanken »nur an dem Toten ist nichts« führt die folgende Visa näher aus, indem sie dem Lahmen, dem Armlosen, dem Tauben, dem Blinden einen Wert zugesteht:

67. 71. *Haltr riðr hrossi.*

Einen Schritt weiter tut:

68. 72. *Sonr er betri.* Hier öffnet sich der Blick über das Leben hinaus. Schon 65, 3 hatte »Söhne« als ein Gut genannt, das dem Kranken verbleibt: unsre Strophe lehrt den Wert auch des nachgebornen Sohnes: denn er setzt dem Vater einen Gedenkstein. Damit hat der Dichter sein Schlußmotiv gewonnen. Der Nachruhm, er überdauert auch das Leben, das die Strophen 66 und 67 als Gut gerühmt hatten; er ist das letzte, größte Gut. Dies formt sich in dem monumentalen Strophenpaar:

69. 76. *Deyr fé . . . . . en orztírr deyr aldregi.*

70. 77. *Deyr fé . . . . . ek veit einn.* Diese Schlußstrophen greifen zurück bis auf 65 (69), die zweite Visa des Endabschnitts: sie fassen das in 69—72 Genannte zusammen, die Habe, die Gesippen, das eigne Leben, um diese Güter alle als sterblich dem unsterblichen Ruhm unterzuordnen. Also das *fé* 76, 1 entspricht dem *fé ørit* in 69, 5, auch der *kýr* in 70, 3; die *frændr* 76, 2 entsprechen den *frændr* in 69, 4, den *synir* in 69, 3 und dem *sonr* in 72, 1; die Worte *deyr siálfr it sama* 76, 3 sind das Gegenspiel zu *Betra er lifðom* 70, 1 und *nýtr manngi nás* 71, 6. Irrig sagen Müllenhoff und Hoffory, die *Deyr fé*-Strophen griffen zurück auf den ganzen Teil B, insbesondere die Freundschaftslehren in Ba. Die *frændr* in 76, 2. 77, 2 sind nicht die *vinir* von 39—45: von Freunden ist im ganzen C nicht mehr die Rede. Keiner Widerlegung bedarf das schmerzliche Mißverständnis, das die beiden Visur in Detter-Heinzels Kommentar betroffen hat.

Zwischen die beiden Strophen 68 und 69, die so innig zusammenhängen wie Einatmen und Ausatmen, hat die fühllose Stofffreude eines Schreibers vier oder eigentlich drei wildfremde Gesätze eingeklemmt. 73 *Tveir ro eins heriar* und 74 *Nótt verðr feginn*, im Regius als fortlaufende Reihe geschrieben, bilden wohl in der Tat ein Stück gnomischer þula, einen Haufen lose verbundener Sprüche in buntem Wechsel von Lang- und Vollzeilen (Cpb. 1, 16; Verf., Volkskunde 25, 114f.). Dann kommt eine Strophe (75 *Veita hinn*), die den Reichtum anfeindet und darin zu Str. 78 *Fullar grindr* stimmt. Daß dieser Gedanke zwischen 68 und 69, aber überhaupt in Teil C, keine Stelle findet, scheint mir nach dem eben Dargelegten klar. Ich treffe darin mit Cpb. 1, 7 f. und mit F. Jónsson zusammen. Doch auch in Teil B ist kein Unterkommen für die beiden Visur. Es wäre nur an Reihe Bb zu denken, aber dort, in 51 und 53, fällt kein abgünstiger Blick auf den Besitz. Mir scheint aus 78 die Stimme eines Klerikus hervorzutönen, und nachträglich sehe ich, daß auch Cpb. 1, 216 das Gesätze unter »The Christian's Wisdom« gestellt hat. Die Stilform dieser Strophe, erster Helming Erzählung, zweiter Lehre, ist in Gedicht I nicht vertreten. Str. 75 klingt an an Visur in A, wörtlich nur an den Zusatz zu 27. Aber der Inhalt widerstrebt dem Kreise der *gest*-Lehren. Eher könnte man 75 und 78 mit 79 zusammenrechnen als Bruchstücke eines Sittengedichts, das neben dem Geld auch die Liebe aufs Korn nahm. Str. 79 hat ja auch Müllenhoff verbannt, und in das völlig eingeschlechtige Gedicht I paßt in der Tat die »Liebeslust des Weibes« nicht herein. Die Strophe mochte immerhin dem, der sie einschob, als eine Art Brücke gelten zum erotischen ersten Odinsbeispiel; aber g e d i c h t e t wurde sie keinesfalls als Gelenkstrophe, da ihre Weisheit ganz und gar nicht die der Odinsnovelle ist.

Daß die beiden *Deyr fé*-Strophen sich laut als Schlußgesätze bezeugen, hat Müllenhoff empfunden. Aber nun kam er auf die Idee, es müsse oder könne noch eine eigene »Schlußformel« dahintergestanden haben, und die fand er in 80 *þat er þá reynt, er þú at rúnom spyrr.* Nun müßte man sich ja wundern, wenn ein so streng strophisches Gedicht wie Hav. I mit einer »Formel« schlösse von dieser äußersten Freiheit im Periodenbau. Vor allem aber hat Müllenhoff — ich kann es nicht anders sehen — Str. 80 mißverstanden. Er las aus ihr heraus »eine sehr geringe Wahrheit, daß einer dann am besten tue oder sich befinde, wenn er still schweige«. Dies werde »mit komisch ironischem Pathos als Ergebnis der Erforschung von Runen . . . verkündigt«. So brächte denn die »Schlußformel« nach der Feierlichkeit der *Deyr fé*-Worte einen Stimmungsbruch im Sinne von Heinrich Heine: »Doctor, sind Sie des Teufels?« oder, etwas näherliegend: »Und ein Narr wartet auf Antwort«. Nun meint aber Str. 80 etwas ganz andres. Wörtlich übersetzt:

»Das ist erprobt dann wenn (für den Fall daß) du nach Runen fragst ....: dann geht's ihm am besten, wenn er schweigt«. Den unklaren Wechsel von *þú* und *hann* beheben wir, wenn wir beidemal subjektlose, unpersönliche Sätze annehmen: »man«. Frei übertragen: für das Befragen der götterentstammten Runen hat sich die Lehre bewährt: favete linguis! man störe den Hergang nicht durch profanes Reden! Dann ist es also ein Gesätze aus dem Bereich der (mantischen) Runenweisheit und könnte unterkommen in Zusammenhängen wie Hav. 142—146, nie in einem Sittengedicht wie dem unsrigen. Cpb. 1, 29 hat die Visa richtig unter das »Old Ritual« gestellt.

Daß Teil B und C zu éinem Gedichte gehören, ist meines Wissens allgemeine Annahme. Im einzelnen kann man sich berufen auf die Beziehung von C 68, 1 und 72, 1 zu B 36, 1. 37, 1. Auch Teil A setzen Symons und F. Jónsson stillschweigend als Glied desselben Dichtwerks voraus. Müllenhoff erwog, A möchte von einem andern Dichter stammen als BC. Einiges kann man dafür geltend machen. Die vorhin S. 109f. erwähnten Unterschiede im Wortschatz können sich aus der Verschiedenheit der Themata erklären. Anders liegt es bei den folgenden Punkten.

Das Ich des Sprechers — zugleich das Ich des Dichters — tritt in acht Strophen hervor, sieben davon verbinden es mit erzählendem Präteritum, einer Ich-Erzählung: 39. 47. 49. 52. 66. 70; 77. Diese acht Strophen beschränken sich auf BC. Etwas anders gewandt: die zwei Strophentypen 1) fünf erzählende Verse, auslaufend auf einen gnomischen Spruchvers, 2) erster Helming Lehre, zweiter Helming Erzählung: begegnen zusammen fünfmal, aber nie in A: 47. 49. 66; 52. 70.

Ein paar syntaktische Punkte. Die Teile BC verwenden viel reichlicher Parataxe: nach meiner Zählung kommen in BC auf 46 zusammengesetzte Perioden (mit einem bis drei Nebensätzen) 62 einfache Perioden (bloße Hauptsätze); in A ist das Verhältnis: 42 zusammengesetzte gegen 25 einfache. — Ein Nebensatz als Schaltsatz (immer den geraden Kurzvers füllend) findet sich in den 29 Strophen von A achtmal, in den 41 Strophen von BC nur zweimal: 1, 2. 7, 2. 20, 2. 5. 27, 2. 29, 2. 5. 62, 2; — 40, 2. 65, 2. Dagegen, daß ein Nebensatz innerhalb eines Verses anfängt (meist der Vollzeile), begegnet in BC siebenmal, in A nur dreimal: 27, 3. 33, 5. 57, 2; — 9, 3. 23, 6. 39, 6. 40, 6. 44, 1. 55, 6. 63, 6.

Die Untersuchung Zs. d. Ver. f. Volkskunde 25, 108 ff. ergab mir für das erste Sittengedicht 27 vom Dichter vorgefundene Sprichwörter. Die Zahl ist natürlich unsicher; sie kann zu tief gegriffen sein. Nach der überlieferten Ordnung kämen auf A nur zwei Nummern, auf B 21, auf C vier. Da wir Str. 57 mit zwei Sprichwörtern aus B nach A verpflanzen, wird das Verhältnis so:

A mit 29 Strophen hat 4 Gnomen: eine auf 7,2 Strophen;
B » 34 » » 19 » : » » 1,8 »
C » 7 » » 4 » : » » 1,7 »

Also B und C verhalten sich in diesem Punkte gleich, A ist viermal ärmer.

Von einzelnen Ausdrücken habe ich dies bemerkt. Füllung des ersten Strophenverses mit Adjektiv + Substantiv (*ósnotr madr; enn vari gestr*) kommt in A achtmal vor, in BC (nach unserer Ordnung) nur einmal: 16, 1. Füllung des geraden Kurzverses mit den Worten: *er til* (*med, at*) *X kømr* findet sich in A achtmal, in BC nur zweimal: 23, 5. 64, 5.

Als auffallende phraseologische Übereinstimmungen zwischen A und BC wüßte ich nur zu nennen: die Worte *þvíat óvíst er at vita* als Anfang des zweiten Helmings stehn in A 1, 5 und in B 38, 4. Der Bedingungssatz, der eine Aufzählung im vorletzten Strophenvers unterbricht, begegnet sehr ähnlich in 4, 5 *ef sér geta mætti* und in 68, 5 *ef maðr hafa náir*. Der Kurzvers *svá er maðr* als Beginn des zweiten Helmings, nach einem Gleichnis in Z. 1—3, steht in A 62 und in B 50. Die für die Dichtung so markanten Strophenanaphern sind beiden Hauptteilen in ähnlicher Häufigkeit eigen.

Metrische Unterschiede von Belang sind kaum aufzutreiben. Es wäre denn der Umstand, daß die ungeraden Kurzverse mit leichtester Füllung (stumpf-stumpf) nur in BC vorkommen: *vesall madr* 22, 1; *fiár síns* 40, 1; *mikit eitt* 52, 1; *meðalsnotr* 54, 1. 55, 1. 56, 1; *deyr fé* 76, 1. 77, 1. Die Bindungsverhältnisse (Grenzen von Vers und Satz), an denen Neckel im epischen Maße so vielsagende Ungleichheiten festgestellt hat, habe ich vergebens befragt; sie sind im ganzen Gedichte sehr mannigfaltig, doch ohne Gegensatz zwischen A und BC.

Das hier Vorgebrachte wird die Frage nach der Einheit des Dichters nicht entscheiden. Daß auch innerhalb der Abschnitte einzelne Strophen hervorstechen durch eine stilistische Besonderheit, haben wir zu **12. 42-44** und **51** angemerkt; dies kann auf Benützung fertiger Helminge und Strophen beruhen. Im ganzen darf man sagen, daß eine weitgehende Stilgemeinschaft, in Sprache und Versbau, unsre gesamte eddische Sittendichtung zusammenhält (Müllenhoff, DAk. 5, 282). Von der Gesinnung möchte ich dies weniger behaupten; da heben sich das zweite größere Gedicht Hav. 112 ff., das erotische Bruchstück 91—95, die Spruchstrophen der Odinsbeispiele und dann die Sittenlehren der Sigrdrífumál recht kenntlich von Hav. I ab. Auch die gnomischen Gesätze der Fáfnismál (6, 4—6. 10. 11. 30. 31) und der Vafþrúðnismál (10) würden sich, bei aller sprachlich-metrischen Verwandtschaft, in das große Sittengedicht nicht einfügen: sie haben eine leidenschaftlichere Seele, sie sind kriegerischer gestimmt. Regins-

mál 25, 1—3 *Kemðr ok þreginn* ist zwar ein nahes Gegenstück zu, vielleicht eine Nachahmung von Hav. 61 *þreginn ok mettr* (weiter ab liegt Hav. 33 *Árliga verðar*); aber gleich der zweite Helming fällt in einen fatalistischen Ton, der in Hav. I nicht seinesgleichen hat. Daß die außerhalb von Hav. I überlieferten Spruchstrophen wohl in keinem Falle als Splitter des großen Gedichts anzusprechen sind, darin liegt eine Art Probe auf die menschliche Einheit unsrer 70 Strophen. In der Gesinnung, der Lebensstimmung scheinen mir die beiden Hauptteile von I auf éinen Dichter vereinbar zu sein. (Daß man diese Persönlichkeit sehr ungleich nacherleben kann, zeigen freilich die Schilderungen aus der Feder von Rosenberg, Nordb. 1, 225, und von Hoffory, Eddastudien S. 60!) Gewiß spürt man in Teil A mehr Zurückhaltung und kühlen Spott, in BC mehr Bejahung und Wärme, einen höhern Flug. Doch dies kann durch den Gegenstand bedingt sein: das Kapitel »*gestr*« bleibt mehr an der Außenfläche — das eigne Heim, die Freunde, die Lebensweisheit und die letzten Güter locken den Dichter mehr aus sich hervor. Die Abschnitte B und C, im ganzen betrachtet, wirken als Steigerung über A hinaus — auch im Künstlerischen, in Reichtum und Saftigkeit des Ausdrucks. Die Strophentypen, die vielleicht am meisten Farbe haben, fanden wir auf B und C beschränkt. Freilich hat A in seinem episch angehauchten Eingangsstück eine Zierde eigner Art. Wo wir nachher das zweite Gedicht mit dem ersten vergleichen, glauben wir dieses als Einheit nehmen zu dürfen.

Das zweite Sittengedicht.

Es sind die sogenannten »Loddfáfnismál«, die an Loddfáfnir gerichteten Lehren, Havamal 112—137.

Eine Hauptfrage ist, ob die im Regius vorangehende Str. 111 *Mál er at þylia* dazu gehört. Dies bestimmt die ganze Auffassung des Gedichts. Stilistisch besteht hier der denkbar größte Gegensatz: 111 greift zu den feierlich-geheimnisvollen Tönen, die der eddischen Dichtkunst zu Gebote stehn, und kündigt eine aus Odins Halle stammende Weisheit an; und darauf folgt in 112 der gemütliche Alltag, die Mahnung, bei Nacht nicht aufzustehn, außer wenn man auskundschaften oder sich ein Örtchen suchen müsse. Aus diesem Kontrast folgerte Müllenhoff den Spielmann, den Fahrenden: er sei ein Schalk, »ein Flunkerer wie nur einer seinesgleichen«; »er bedient sich der ... erhabenen Einkleidung nur, um seiner werten Zuhörerschaft einen Possen zu spielen«. In dem Lichte des Possenhaften und Grotesken haben dann auch Spätere (Niedner, Symons) das zweite Sittengedicht gesehen.

Gegen Müllenhoffs Auffassung ist verschiedenes einzuwenden.

1. Der Spielmann, der Fahrende, diese wohlbekannte und vielnamige Gestalt der südlicheren Länder im Mittelalter, ist als dichtendes Wesen der altnordischen Gesittung fremd. »Die echt nordische Poesie hat keinen Raum und keine Verwendung für ihn«, sagt Axel Olrik, auf dessen meisterhafte Behandlung der Frage zu verweisen ist (Opuscula philologica. Mindre Afhandlinger udg. af det philologisk-historiske Samfund, Kph. 1887, S. 74ff.). Aus den Eddakommentaren und -einleitungen ist der »Fahrende« zu streichen als unberechtigte Übertragung aus der Fremde.

2. Unser Sittengedicht ist im übrigen keineswegs possenhaft. Wir werden sehen, es kennt ernste, innige Klänge, es ist in höherm Grade ethisch als Hav. I. An zwei oder drei Stellen regt sich ein gemütlicher Humor: aber auch jene Zeile mit dem Örtchen hat sicher dem alten unstädtischen Hörer nicht so skurril geklungen wie uns Heutigen: erst der Kontrast zu dem feierlichen 111 bringt das Grelle herein. Die spaßhaften Zeilen 134, 10—12 verraten sich leicht als Zutat von andrer Hand (Volkskunde 26, 45f.): wenn Müllenhoff sie stehn ließ, obwohl sie die gewöhnliche Strophenform sprengen, so lag ihm gewiß daran, die »spielmännischen«, »possenhaften« Farben in dem Gedicht nach Möglichkeit zu verstärken.

3. Den Zusammenhang zwischen 111 und 112 hat Müllenhoff überhaupt erst ermöglicht dadurch, daß er fünf Schlußverse der Strophe strich. »Über Runen hört' ich verhandeln, auch von der Deutung schwiegen sie nicht, an des Hohen Halle, in des Hohen Halle, ich hörte sagen so: —«. Lassen wir diese sehr echt klingenden Verse bestehn, dann fordert die Visa gebieterisch einen ganz andern Anschluß. nämlich an Str. 138 *Veit ek, at ek hekk*, das mystische Lied, worin Odin von seiner Runenweisheit kündet: die eigentlichen »Hávamál«, die Sprüche des Hohen. Hier herrscht vollkommener Einklang in Inhalt und Diktion.

Gewiß ist es weniger gewaltsam, wenn wir 111 bloß umstellen, als wenn wir durch starke Verstümmelung der Strophe jenen kontrastierenden Anschluß erkaufen. Zumal der Grund für die Verpflanzung der Visa schon lange gefunden ist: der Redaktor des Spruchbuchs dachte bei dem *né um ráđom þogđo* an die Ratschläge des zweiten Sittengedichts und fand es daraufhin passend, auch dieses Gedicht in den von 111 gezogenen Rahmen einzuschließen. Es ist das Streben nach Zusammenhängen, das sich auch in den Versen 162, 4—9 und 164 äußert. Der Preis dafür waren die zwei harten Übergänge, von 111 zu 112 und von 137 zu 138. Eine Zudichtung des Sammlers, zur gemeinsamen Einführung der drei folgenden Gedichte

(Mogk, PGrundr. S. 588), kann 111 nicht sein; denn *manna mál* kann nicht auf das Sittengedicht zielen, *um ráđom* noch weniger auf das Lióđatal.

Für die Verbindung von 111 mit 138 sind schon G. Vigfússon und Sophus Bugge eingetreten, und es ist schwer verständlich, daß diese enge Zusammengehörigkeit, einmal ausgesprochen, nicht jedem einleuchtete. Das Wort vom flunkernden Spielmann hat hier wahrhaft Wunder gewirkt. Darin irrte Bugge, daß er die Reihe 112 ff. im Blick auf 111 gedichtet sein ließ[1], und daß er, verführt durch die Flickverse in 162 (*Lióđa þessa munđu Loddfáfnir*), einen primären Zusammenhang annahm zwischen dem Hörer Loddfáfnir und den Gedichten Rúnatal und Lióđatal. Von Rechts wegen ist Loddfáfnir der Angeredete nur in dem ganz realistischen zweiten Sittengedicht, und damit fallen all die theologischen Spekulationen, die Bugge auf Loddfáfnir als Unterweltsbesucher gegründet hatte (richtig V. Nilsson, Loddfafnismal, Minneapolis 1898, S. 15 ff.). Daher kann auch der Name Loddfáfnir kein umgedeutetes hochdeutsches *loterpfaffe* sein (Neckel, Archiv f. n. Spr. 124, 359): denn, von andern Bedenken zu schweigen, der in dem Gedicht angeredete Loddfáfnir erscheint in einigen Strophen als Besitzender, Gastfreundschaft Übender, der — zwar nicht den loterpfaffen, aber — den greisen Spruchweisen, Leute wie den Sprecher des Gedichts, in Ehren halten soll.

Die Reihe 112—137 steht ganz auf eignen Füßen; sie darf und muß ohne jeden Seitenblick auf die Gedichte V und VI der Havamal gewürdigt werden. Die Beziehungen der Sigrdrífumál 5—37 zu Hav. 111 bis 164 können nicht beweisen, daß diese Schlußteile des Spruchbuchs schon vorliterarisch zusammengerückt waren.

Obwohl Str. 111 außerhalb des Sittengedichtes steht, möchte ich einiges zu ihr bemerken. Die starke Interpunktion nach der ersten Vollzeile halte ich, mit den ältern Herausgebern und Detter-Heinzel, Neckel, für formal notwendig. Als Gegenbeispiel könnte man nur Hav. 69 nennen: *Erat mađr allz vesall, | þótt hann sé illa heill*: hier hängt die erste Vollzeile, *sumr er af sonom sǽll*, mit dem folgenden Helming enger zusammen als mit der ersten Langzeile. Immerhin ist hier der Satzeinschnitt nach Z. 3 wesentlich tiefer als bei der Trennung: *Urđar brunni at | sá ek ok þagđak.* Nehmen wir also 111, 1—3 als syntaktische Einheit, dann kann die Meinung nur sein, daß ein idealisierter Spruchweiser auf außerweltlichem Schauplatz das

[1] Studier over de nordiske Gude- og Heltesagns Oprindelse S. 328: »Sammenligningen af Digtet Sigrdrifumál synes at vise, at Raadene til Loddfaavner (Str. 112—137) blev digtede til og indsatte paa sin nuværende Plads ikke længe efter, at de oprindeligere Loddfáfnismál (Str. 111 og 138 ff.) var digtede.«

Wort führen soll. Damit werden wir uns abfinden müssen, wenn auch nähere Gegenstücke fehlen: die ebenfalls idealisierte Sprecherin der Vǫluspá scheint ja auf Erden zu reden. Eine »mythische Gestalt« braucht unser þulr darum doch nicht zu sein, d. h. keiner der außermenschlichen Klassen des Heidenglaubens anzugehören. Odin selbst dürfen wir in dem Sprecher von 111 nicht suchen; denn es geht nicht an, daß Odin seine Runenweisheit von den andern Walhallbewohnern gehört haben will und darauf, Str. 138 ff., einem Gewährsmann das Wort gibt, der als Odin in der ersten Person redet.

In Z. 6 *hlýdda ek á manna mál* dürfen wir *manna* in dem nächstliegenden Sinne fassen: »Leute = Menschen«. Z. 4—6 sprechen dann noch nicht von dem Erlauschen der Weisheit in Odins Halle: sie kennzeichnen den erfahrungsreichen þulr als solchen: schweigend und nachdenklich beobachtete er und horchte auf der Leute Reden. Dann wird das zweimalige *sá ek* begreiflich, das nach der bisherigen Auffassung Schwierigkeit machen mußte (schon Resen und Rask änderten in *sat ek*): zu dem allgemeinen Verhalten des Spruchweisen gehört das nachdenkende Schauen, Beobachten. Oder soll *siá* hier »wahrnehmen, erkennen« bedeuten? Denn den Sinn von *líta* »schauen« scheint das absolut gebrauchte *siá* kaum zu haben; nach den Wörterbüchern pflegt eine Raumbezeichnung dazuzutreten, *siá framm, út, í milli.* (Gu. III 9 *sé nú seggir* kann »conspiciant« sein, und Reg. 23 *er siá kunno* meint »visu uti«.) Also vielleicht: »ich nahm wahr und schwieg . . .« Erst nach dieser Selbsteinführung kommt der Sprecher auf das fingierte Erlebnis, dessen Ertrag er seinen Hörern mitteilen will: wie er »an des Hohen Halle«, das ist doch wohl draußen, vor der offnen Tür, die drinnen, die Götter, über Runen verhandeln hörte. Die zwei Verse: *Háva hǫllo at,* | *Háva hǫllo í,* die man ungern kritisch antasten wird, kann ich nur so verstehn, daß der erste sich auf *heyrđa ek* bezieht, also den Standort des Lauschers bezeichnet, und der zweite den Schauplatz des *dǿma* und *segia* nennt. Der þulr geht nicht so weit, sich als Tischgenossen der Götter hinzustellen: er begnügt sich mit dem Horchen an der Wand. Man rhythmisiert die zwei Verse am besten als Langzeile mit gekreuztem Stabreim:

Hā́va hǫ́llo át, Hā́va hǫ́llo í.

Eine besondere Spielart der gnomischen Strophe ist ja das Gesätze sowieso[1]. Bei dieser Auffassung schwindet Müllenhoffs Vorwurf (DAk. 5, 252), der Sprecher habe »Gott weiß wo, in der blauen Luft« seine

[1] Auch Hav. 109, 3. 4 wird eine Langzeile sein mit zwei *H*-Stäben. Sieh die entsprechende Messung von *Háva hǫllo í* Hav. 164, 2; ferner Grimn. 45, 6. 7; Lok. 10, 6. 16, 6. 18, 3. 37, 3; zweideutig Lok. 3, 2. 4, 2. 27, 2.

Weisheit aufgefangen: er nennt seinen Standort in schlichten Worten. Den Gedanken, daß man »auf dem Dichterstuhl am Urdhbrunnen alles sieht und hört, was in der Welt . . . vorgeht« (Detter-Heinzel S. 128), kann ich aus der Strophe nicht herauslesen.

Doch wenden wir uns zu dem zweiten Sittengedicht, den Strophen 112—137. Sie sind nach Stil und Gesinnung so weit einheitlich, daß wir hier kaum zu tilgen brauchen: einige strophenüberladende Zeilen. 21 von den 210, geben wir preis. Ein befriedigender Zusammenhang ergibt sich freilich erst, wenn wir wieder zu dem Mittel der Umstellungen greifen. Müllenhoff, der dieses Mittel hier ganz verschmähte, wählte die Ausscheidung: rund drei Siebentel des Überlieferten strich er. Viel schonender verfuhr hier Symons: er ließ mehr als vier Fünftel stehn, in der handschriftlichen Ordnung; die Gedankenfolge blieb dabei allerdings im argen. Am weitesten ging F. Jónsson, der alles hinauswarf, was die normale sechszeilige Strophe überschreitet und was nicht mit dem Kehrreim »Ich rate dir« beginnt. Ganze 102 Verse läßt er von den 210 bestehn. Mehrmals bleibt nur die Ruine eines Gedankens übrig, so bei Str. 113 (ohne 114). 119. 126. Aus diesem Gedichte hätten eigentlich erst die Interpolatoren etwas Lebenswarmes gemacht. Aber selbst jene ärmlichen Trümmer lassen, trotz zwei Umstellungen, den guten Zusammenhang, den F. Jónsson an ihnen lobt, mehrmals vermissen.

Durch eine tiefer greifende Neuordnung der Strophen gelangen wir zu folgendem Aufbau des Gedichtes.

A. Vorsicht auf der Reise, beim Trunk, beim Nachtlager, im Handwerk und in der Schlacht.

1. 116. *Á fialli eđa firđi*: Versieh dich mit Zehrung für die Reise.

2. 131, 1—7. *Varan biđ ek þik vera*: Sei vorsichtig — zumal gegens Bier! (Vers 7 war ursprünglich schließende Vollzeile mit den Stäben *ǫl* : *var*-. Unser Gedicht hat noch drei bis vier Fälle von Bindung des *v*- auf Vokal: 117, 7. 121, 5. 6. 125, 5. 6, wohl auch 131, 5. 6.)

3. 137, 1—6. 15. *Hvars þú ǫl drekkir*. Eine der gegens Bier zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln.

4. 112. *Nótt þú risat*: Bei Nacht nur unter zwei Bedingungen aufstehn (s. o.).

5. 126. *Skósmiđr þú verir*: Handwerkere nicht für andre!

6. 129, 1—6. 9. *Upp lita skalattu í orrosto*: Hüte dich in der Schlacht vor dem bösen Blick!

Der Dichter beginnt also mit praktischen Regeln für bestimmte äußere Lebensverhältnisse. Und zwar denkt er zuerst an den Wandrer.

Da Einfluß von Hav. I an einer spätern Stelle ganz deutlich ist, wird schon hier der Anfangsteil jenes Gedichts vorgeschwebt haben: die Motivfolge *fara á fialli* — *varr* — *ǫl drekka* wirkt wie ein freier Nachklang aus Hav. 3, 6. 6, 6. 7, 1. 11, 6, und eben dies ermutigt zu der obigen Umstellung. Danach ergeben Str. 1—4 eine Zeitfolge: Reise, Gelage, Nachtruhe. Doch gelten 2—4 auch außerhalb der Reise. Str. 5 berührt sich im Gedanken mit Gruppe Bb des ersten Gedichts. Str. 6 hat dort keinerlei Gegenstück. Durch ihre Warnung vor bösem Zauber leitet sie über zum Folgenden:

B. Beziehungen zum Weibe.

7. 113. *Fiǫlkunnigri kono*: Meide Liebschaft mit der Zauberin. Dazu die unentbehrliche Begründung:

8. 114. *Hón svá gørir*: Denn sie verhext dich gegen alles andre (damit du ihr treu bleibest).

Die entsprechende Lehre wird in dem dritten, jüngsten der eddischen Sittengedichte, Sigrdr. 26, auf eine Situation der Reise gemünzt. Daß dort eine Visa unmittelbar folgt, die sachlich mit 6 (129) verwandt ist, ist vielleicht mehr als Zufall.

9. 115. *Annars kono*: Mach dich nicht vertraulich mit eines andern Eheweib.

10. 130. *Ef þu vilt þér góða kono*: Wie man sich ein wackres Weib zu vertrautem Umgang gewinnen soll. Die Worte: *fogro skaltu heita ok láta fast vera* werden verständlich als Spitze gegen den losen erotischen Philosophen, der in Hav. 92 gelehrt hatte: *fagrt skal mæla ok fé bióða . . . . sá fær, er friár.*

11. 118. *Ofarla bíta*: Wie das böse Weib den Mann verderben kann. Gegensatz zu der *góð kona* in 10. Denkbar, daß vor 11 eine Mahnstrophe stand: mit einer *ill kona* laß dich nicht ein! Ausführung von 9 ist 11 nicht, denn die *annars kona* und die *ill kona* sind zweierlei. Dichterisch hebt sich 118 ab; es ist auch die einzige Strophe im Präteritum. Edzardi, PBBtr. 8, 357, dachte daran, die Visa ziele auf Brynhildens Verleumdung, wäre also wohl aus dem Sittengedicht der Sigrdr. eingeschwärzt. Eine gewisse Ähnlichkeit im Ethos mit diesem jungen Gedichte scheint auch mir zu bestehen; aber Hav. 112—137 gehörte eben zu den Stilmustern von Sigrdr. 22ff.

C. Wahl des Umgangs, Pflege der Freundschaft.

12. 120. *Góðan mann*: Einen wackern Mann gewinn dir zum vertrauten Gespräch.

13. 117. *Illan mann*: Einen schlechten Mann mach nie zum Mitwisser deines Mißgeschicks.

Ein antithetisches Paar, das uns an den Gegensatz *góđ kona*: *ill kona* in den zwei vorigen Strophen erinnert. Aber der Gleichlauf zwischen 12 und 13 geht noch mehr ins einzelne. Es folgt nämlich als Str. 123, fühllos aus dem Zusammenhang gerissen, eine Visa, deren erste Hälfte offenkundig eine bloße Überlieferungsdublette ist zu 13 (117), 8—10. Die beiden Varianten sehen so aus:

117, 8—10:	123, 1—3:
þvíat af illom manni	þvíat af illom manni
fær þú aldregi	mundo aldregi
giǫld ins góđa hugar.	góđs laun um geta.

Es bleibt mithin von Str. 123 übrig der zweite Helming, und der verschafft uns, an 12 (120) angehängt, das genaue Gegenbild zu dem Schlusse von 13 (117). Man lasse die beiden gleichlaufenden Visur auf sich wirken:

12. 120 + 123, 4—6:	13. 117:
Góđan mann	Illan mann
teygđu þér at gamanrúnom	láttu aldregi
ok nem líknargaldr, međan þú lifir;	óhǫpp at þér vita;
þvíat góđr mađr	þvíat af illom manni
mun þik gørva mega	fær þú aldregi
líknfastan at lofi.	giǫld ins góđa hugar.

Zur eigentlichen Freundschaft rücken die folgenden drei Strophen vor. Auch ihren durchsichtigen Zusammenhang hat der Schreiber zwiefach zerstückt; hier zeigt sich wohl am klarsten, daß wir keinen unverderbten Text vor uns haben.

14. 119. *Veiztu, ef þú vin átt*: Laß den Pfad zum vertrauenswürdigen Freunde nicht zuwachsen.

15. 121. *Vin þínom*: Halt deinem Freund die Treue, denn du brauchst einen zum Herzausschütten. Dann mit Wortaufnahme:

16. 124. *Sifjom er þá blandat*: Das Herzausschütten ist das wahre Mischen der Blutsbruderschaft. Es ist durchaus besser als Falschheit. Dem andern nach dem Munde reden ist unfreundschaftlich.

Die erste dieser drei Freundschaftsstrophen übernimmt drei Verse (*veiztu, ef þú vin átt,* | *þannz þú vel trúir,* | *farđu at finna opt*) ziemlich buchstäblich aus dem ersten Sittengedicht 42 (44), aber auf eine bloße Nachahmung war es nicht abgesehen, sowenig wie vorhin bei 10 (130) gegenüber Hav. 92: der Vers des ältern Meisters nämlich »und willst du Gutes von ihm erlangen« glänzt durch seine Abwesenheit, der jüngere verleugnet diese utilitarische Zugabe (wie schon Rosenberg

sah). Aber auch die Anfangsworte von 16 (124) *Sifjom er þú blandat* wollen anklingen an das *Geđi skaltu viđ þann blanda* bei dem älteren Poeten, und zwar wieder mit bewußter Wendung ins Zartere und Geistigere; bei jenem kam gleich das handfeste »und Geschenke tauschen«. Auch die mittlere der drei Strophen mit ihrem *Vin þínom* ... muß den alten Hörer erinnert haben an die markanten *Vin sínom* ... in dem größern Werke, und wieder ist es eine andre Welt des Gemütslebens. Den Visur 15. 16 hat unser Dichter recht eigentlich sein Inneres, sein Bekenntnis anvertraut.

Zu den drei Strophen 14—16 bilden die drei folgenden ein freies Gegenstück, ähnlich wie 11 zu 10, 13 zu 12:

17. 122. *Orđom skipta*: Mit albernen Affen tausche keine Reden. Berührt sich mit Sigrdr. 24, und man kommt auf den Gedanken, zu unsrer etwas kahlen Lehre möchte einst noch der zweite Helming von Sigrdr. 24 gehört haben, der das *ósviđr* aufnimmt und den *orđom* die *orđ* entgegenstellt: *þvíat ósviđr mađr* | *lætr opt kveđin* | *verri orđ, en viti.* Was im Regius auf 122 folgt, haben Müllenhoff und seine Nachfolger allzu langmütig stehn lassen: der *illr mađr* ist ja etwas ganz andres als die *ósvinnir apar*, und von *góđs laun* kann nicht im Blick auf *orđom skipta* die Rede sein. Wohin diese Strophe 123 gehört, haben wir vorhin gesehen.

18. 125. *þrimr orđom senna*: Mit dem, der schlechter, geringer ist als du, laß dich in keinen Wortstreit ein. Halber Gleichlauf mit der vorigen Strophe; das *orđom senna* ist Steigerung über das *orđom skipta.* Mit einem gnomischen Doppelvers »Oft versagt der Bessere, wo der Schlechtere den Kampf besteht« stützt der Dichter seine Mahnung zum Ansichhalten. Zur nötigen Ergänzung aber fügt er bei:

19. 127. *Hvars þú bǫl kant*: Wo du aber schädliche Absicht erkennst, da tritt ihr demgemäß entgegen; denn Feinden sollst du keine Schonung geben! Damit zeigt der Dichter, daß er sich doch nicht außerhalb des großen Ehrgebots seiner Landsleute stellt. (Den Aufzeichner hat das Wort *bǫl* — *bǫlvi* bewogen, diese Visa hinter 5 (126) zu stellen.)

20. 128. *Illo feginn*: Freue dich nie an Bösem, sondern an Gutem. Das *illo* knüpft lose an *bǫl* in 19 an: der Gegensatz *illr*: *góđr* hat schon seit Str. 10 eine Rolle gespielt. Die sehr allgemein gehaltene Mahnung mag als einlenkende Milderung nach 19 gedacht sein: zugleich leitet sie über zu der letzten Gruppe, den rein altruistischen Lehren an den Besitzenden.

D. Behandlung des bedürftigen Fremden, im besondern des alten Spruchweisen.

21. 132. *At háði né hlátri*: Treib keinen Spott mit dem Fremden.

22. 133. *Opt vito óggrla*: Denn man kann nicht wissen, welchen Schlages er ist. Z. 4—6 sind zu retten: auch die drinnen sind vielleicht nicht ohne Fehl (und daher nicht zum Spott berechtigt: das Motiv von Hav. 22. 26. 30, s. o.), und der Ankömmling mag doch zu einigem gut sein.

23. 135. *Gest þú ne geyia.* Dies ist keine Wiederholung von 21: es zielt auf die Behandlung des Fremden draußen, beim Eingang ins Haus. Dazu die Begründung:

24. 136. *Ramt er þat tré.*

25. 134, 1—7. *At három þul*: Achtung vor dem greisen Spruchsprecher! In dieser Visa erkennt man wohl mit Recht ein Wort pro domo, und so bildet sie mit dem Sprichwort »Oft ist gut, was Alte reden« einen bedeutungsvollen Abschluß. Für die Reihe D kann man auch die Strophenfolge erwägen: 135. 136. 132. 133. 134.

Überschaut man das zweite Sittengedicht in der hier hergestellten Ordnung, so hat man ein überlegtes Ganze vor sich, das sich zwar an keine zahlenhaften Gleichmaße bindet, auch die gnomische Strophenform in vier verschiedenen Spielarten zwanglos verwendet, darin freier als I: dessen Stoffgruppierung aber durchsichtiger und zusammenhängender ist als die des größern Gedichts. Indem die paar Klänge von harmloser Schalkhaftigkeit zusammentreten in den ersten, mehr plänkelnden Teil, das halbe Dutzend locker gefügter Vorsichtsregeln, während dann Ernst und warmes Herzensbedürfnis laut werden, sich steigernd zu den Bekenntnisstrophen 15. 16 (121. 124), tritt das, was dieser Dichter wollte und was ihm eigentümlich ist, in ein helleres Licht. Man hat sein Bild verzeichnet, indem man dem vermeintlichen Possenreißer den sittlichen Ernst des ersten Poeten absprach (Müllenhoff, Symons) oder in dem stark zusammengestrichenen Werke eine überaus primitive Denkweise und Form sah (F. Jónsson).

Die treffendere Charakteristik hat Rosenberg gegeben (Nordb. 1, 226). Es ist in der Tat »ein ganz andrer Geist« zu verspüren in den zwei Gedichten. Welcher Art der Unterschied ist, das zeigt sich am greifbarsten da, wo beide von denselben Gegenständen reden. So bei den Freundschaftslehren. Man halte nebeneinander I Str. 35—45 (unsrer Zählung) und II Str. 12—16. Die beherrschenden Gedanken für I sind: ohne Freunde ist das Leben öde; man vergelte Gleiches mit Gleichem; man ziehe Nutzen aus seinen Freundschaften. II weiß, daß wahre Freundschaft in Offenheit besteht: daß man dem Freund nicht nach

dem Munde reden soll; er warnt vor Treubruch, denn er kennt die nagende Sorge dessen, der keinem sein Herz ausschütten kann. Sodann bei den Gastregeln, I A gegen II D. Der erste Dichter verweilt bei den Bedürfnissen des Fremden, der zweite bei den Menschlichkeitspflichten des Gastgebers: »sorge gut für den Notleidenden (*váladr*)« — auch I spricht einmal von dem *váladr*, aber in dem Sinne, daß sein »großer Verstand« ihm Zuflucht sein könne!

Die Wörter »gut« und »schlecht« meinen bei I den wahren und den falschen Freund, den Freigebigen, den Nutzen und den Schaden: bei II erst haben sie den ausgesprochen ethischen Sinn, wenn die Rede ist von dem »guten«, d. h. wackern Manne, den man zu erfreuendem Austausch gewinnen soll, und von dem »schlechten«, den man nicht in sein Mißgeschick einweihen darf und der deine gute Gesinnung nicht vergelten wird; wenn das »gute« Weib dem »schlechten« entgegengestellt und die Freude am »Guten«, nicht am »Schlechten« angeraten wird. Der dem ersten Dichter fremde Altruismus zeigt sich bei II auch in dem geflissentlichen Zusatz in 10, 9 ».. und laß es (das Versprechen) fest sein«, sowie in der humanen Wendung: »(man verspotte keinen, denn) keiner ist so schlecht, daß er zu gar nichts taugte«: eine Begründung, von welcher I bei den sonst entsprechenden Lehren 22. 26. 30 nichts weiß!

Damit steht in Einklang der Unterschied, der sich auf den ersten Blick aufdrängt: daß II auf einen einzelnen Hörer einredet und für gewöhnlich im Imperativ spricht, einmal auch mit dem dringlichen *bid ek þik*, ein paarmal mit »du sollst«, während I den Imperativ überhaupt nicht kennt, das »du sollst« nur in drei Strophen, häufiger sich in dem allgemeinen »man soll, man sollte« bewegt, weitaus am öftesten aber in der feststellenden Aussageform. I ist der Beobachter, gelegentlich der Ratgeber, noch diesseits von Gut und Böse: II ist der sittlich ergriffene Ermahner. I ist offener Realpolitiker, der überall nach dem Nutzen fragt, mag der auch geistiger Art sein wie Ansehn und Nachruhm: II kennt schon die Gemütsanwandlungen, die nicht auf ihren Gewinn zu berechnen sind; er hat etwas von »schöner Seele«. In I steckt mehr kollektive Lebensansicht, altüberlieferte, breitbegründete Volksweisheit: II zeigt Ansätze zu persönlicherer Willensrichtung.

Fragen wir nach alten Nordländern, in deren Munde die zwei Gedichte vorstellbar wären, so dürfen wir nicht unter den hochgeborenen Helden der Sagas suchen. Bei II, der den Wanderer und den greisen Sprecher vor Spott und leiblicher Mißhandlung behütet sehen will, kann man denken an Gestalten wie den alten blinden Halli der Glúma, der als gescheit und gerechtigkeitsliebend zu allen Vergleichssachen in der Gegend herangezogen wurde, aber von den Mächtigen,

wo es drauf ankam, allerlei einzustecken hatte. Auch zu I passen nicht die Machtmenschen mit dem Wikinggewissen, die norwegischen Jarle und Kriegshäuptlinge, die isländischen Goden Snorri, Hrafnkell, Víga-Glúm: die betrachten das Leben mehr von oben. Auch aus I spricht kein *mikilmenni*, keine Herrennatur im Sinne der Sagas. Das Eigentümliche an dem großen Sittengedicht ist ja die Verbindung der zwei Seiten: Seine Lebensbetrachtung ist nicht nur religionsfrei und ohne Gespensterfurcht, sondern auch ungebunden durch Gebote und Verbote von sittlicher Wucht; Klugheits-, Anstands- und Sittenlehre sind noch von éiner Keimhülle umschlossen; die Beobachtung, die Folgerung aus reichem Erfahren beherrscht das Bild. Darin liegt etwas innerlich Freies und Aufrechtes. Anderseits aber, es ist nicht der Stolz des Mächtigen und Reichen; es ist nicht der Blick von den Höhen des Lebens. Es steckt in dieser Weltklugheit ein ganz Teil von Vorliebnehmen und Sichbücken, die Resignation, die für den kleineren, mäßig begüterten Bauer eine Notwendigkeit war. Dies gibt manchen Strophen eine Gutmütigkeit, die den Eindruck des kühlen Nützlichkeitssinnes mildert. Neben all den aristokratisch und heroisch gestimmten Bildern, die wir vom germanischen Altertum besitzen, haben wir hier einmal ein ausgiebiges Zeugnis von den Alltagszielen des mittleren Mannes.

Eine Sache für sich ist die dichterische Kraft der beiden Verfasser. Da steht I auf einer ganz anderen Stufe. Er ist Künstler; an seinen Strophen kann man sich vergnügen ohne den Gedanken an ihre Lehre. Man versuche dies einmal bei II; seine Ratschläge verlören wenig, wenn sie in Prosa daständen, sie sind versgefaßte Prosa. Einmal überrascht er mit einem lyrischen Gleichnis von dem gesträuchverwachsenen Pfade (Str. 119); aber da die Langzeile auch in den Grímnismál begegnet, mag sie vorgefundenes Gut sein. I gebietet über epigrammatische Schärfe und anschauliche Bildkraft und monumentales Pathos. II bleibt immer zu ebener Erde, auch wo er gefühlvoll wird. Auch die Rhythmen haben in II nicht die Spannweite wie in I: ungerade Kurzverse wie *deyr fé, mikit eitt* fehlen; die Füllung ist im Durchschnitt silbenreicher, weniger kontrastiert, prosanäher. Damit hängt zusammen, daß die Wortstellung nicht so kühn ausdrucksvoll gerät wie beispielsweise in I 10. 35. 40. 52. 66. Freilich wenn man die Sittengedichte des 13. Jahrhunderts, Sólarlióđ I oder Hugsvinnsmál, vergleicht, dann rücken I und II nahe zusammen.

Daß II jünger ist als I, leidet keinen Zweifel, sobald man Hav. 44 bei I läßt (s. o.); denn wir sahen, im Gedanken an diese Strophe sind II 119 und 124 verfaßt. Unsichrer ist Einfluß von I auf die Anfangsgruppe von II. Es fragt sich, ob jener »ganz andre Geist« der

beiden Werke erklärlich wird als individueller Unterschied zwischen Zeitgenossen, oder ob wir den gefühlvolleren und mehr ethisch bewegten Dichter in ein andres, jüngeres Zeitalter setzen müssen. Ich neige zu der zweiten Antwort und komme schwer um die Annahme herum, daß der Dichter von II schon unter der Einwirkung christlicher Gefühlswelt steht, wenn er auch nirgends die »neue Sitte« geradezu bekennt und einmal, Str. 127, eine echt heidnische Forderung vertritt. Ob der Mann nach der Bekehrung Norwegens und Islands lebte, also christliche Hörer voraussetzte, können wir nicht entscheiden. Ich wüßte keinen Zug in dem Gedichte, der Entstehung in heidnischer Zeit notwendig machte.

Adresse an Hrn. Eduard Sachau zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 31. Januar 1917.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zum dritten Male haben wir ein neues Jahr begonnen inmitten des gewaltigen Ringens um unser Dasein, um die Erhaltung unserer Eigenart und die freie Entfaltung unseres Volkstums. Unabweisbar fesselt die Sorge um Gegenwart und Zukunft unserer Nation dauernd all unser Denken und Tun. Furchtbare Opfer sind uns allen auferlegt, und auch Sie haben das Teuerste hingeben müssen für das Vaterland: Das ist keine Zeit, Feste zu feiern. Dennoch aber wollen wir auch jetzt von dem altgeheiligten Brauch nicht lassen, denen, die unserm Kreise angehören, an dem Tage, an dem sie vor fünfzig Jahren durch Erlangung der Doktorwürde eingetreten sind in die wissenschaftliche Laufbahn, unsere tiefempfundenen Glückwünsche darzubringen und dankbar und freudig dessen zu gedenken, was sie in einem halben Jahrhundert der Wissenschaft haben leisten können.

Bei Ihnen, verehrter Herr Kollege, liegt dieser Ertrag in besonders reicher, kaum übersehbarer Fülle vor. In weitestem Umfang haben Sie Sich »im Sinne der Altertumswissenschaft Böckhs«, wie Sie in Ihrer Antrittsrede in der Akademie aussprachen, die Erforschung der Literaturen und des gesamten Kulturlebens der vorderasiatischen Welt, in deren Mittelpunkt die semitischen Völker stehen, sowohl der vorislamischen wie der islamischen Zeit, zur Aufgabe gestellt. Ihre Promotionsschrift behandelt, wie es für einen Schüler Fleischers, des großen Erziehers zu streng philologischer Behandlung der Sprache auf Grund ihres unentbehrlichen Fundaments, der arabischen Grammatik, das gegebene war, ein Werk der arabischen Sprachwissenschaft, die treffliche Schrift des Ǵawâlikî über die Fremdwörter im Arabischen. Daneben erwiesen Sie die volle Beherrschung des Syrischen, die Sie auszeichnet, in der Publikation und Bearbeitung von in syrischem Gewande in Handschriften des British Museums erhaltenen Resten griechischer, vorwiegend christlicher Werke, gnostischer und anderer Schriften in den Inedita Syriaca, sowie der Fragmente des Theodor von Mopsuhestia. Auch den Persern, und zunächst den Trüm-

mern, die von der zoroastrischen Literatur sowohl in den Resten des Awesta wie in der späteren parsischen Überlieferung auf uns gekommen sind, haben Sie frühzeitig ein dauerndes Interesse zugewendet und durch wertvolle Aufsätze, besonders auch auf dem Gebiet der iranischen Geographie, zu ihrer Aufhellung beigetragen.

Recht eigentlich in das Zentrum Ihrer Lebensarbeit führte dann die große von Ihnen übernommene Aufgabe, eines der schwierigsten Werke aus der Blütezeit der islamischen Wissenschaften, Al-bîrûnîs Chronologie der alten Völker, herauszugeben. Indem Sie. nach jahrelanger mühseliger und hingebender Arbeit. dieses Werk des großen chorezmischen Gelehrten auf Grund eines vielfach unzulänglichen handschriftlichen Materials in den Jahren 1876 bis 1879 im Originaltext und in einer sorgfältigen englischen Übersetzung veröffentlichten, haben Sie der europäischen Forschung ein äußerst reichhaltiges und wertvolles Material über die geschichtliche Überlieferung und die mit ihrer Religion eng verbundene Kalenderordnung und Jahresrechnung der Perser und der transoxanischen Stämme, der Araber, der Juden, der christlichen Sekten des Orients zugänglich gemacht, das befruchtend auf die verschiedensten Gebiete der Wissenschaft gewirkt hat und auch jetzt noch bei weitem nicht vollständig ausgenutzt ist. Ein Jahrzehnt später folgte dann die Ausgabe und englische Übersetzung des zweiten gleich wertvollen Werkes Al-bîrûnîs, der Beschreibung Indiens, seiner Geographie, seiner Religionen und Traditionen.

Inzwischen war Ihre Berufung von dem Wiener Lehrstuhl für semitische Philologie an die Universität Berlin erfolgt; und hier trat eine ganz andere, nicht minder bedeutsame Aufgabe an Sie heran, die Veröffentlichung der in syrischer Sprache erhaltenen Gesetzsammlung, welche, unter dem Titel »Gesetze des Constantinus, Theodosius und Leo«, für die ganze orientalische Christenheit der semitisch-persischen Welt viele Jahrhunderte hindurch maßgebend gewesen ist. Welche Bedeutung dieses Werk, dem Ihr juristischer Mitarbeiter BRUNS den, wie Sie einmal bemerkt haben, wenig sachgemäßen Titel »Syrisch-römisches Rechtsbuch aus dem fünften Jahrhundert« gegeben hat, für die historische Rechtswissenschaft gewonnen und wieviele neue Gesichtspunkte es eröffnet hat, bedarf keiner weiteren Ausführung. Ihnen aber hat das Geschick vergönnt, daß Sie ein Menschenalter später eine syrische Handschrift des Vatikans veröffentlichen und übersetzen konnten, die drei weitere Redaktionen dieses Gesetzbuchs enthält. Daran haben Sie. gleichfalls auf Grund vatikanischer Handschriften, fünf weitere Gesetzbücher der syrischen Christenheit aus den ersten Jahrhunderten des Islams und eins aus der letzten Zeit des Sassanidenreichs angeschlossen, welche Entscheidungen und Sammlungen von Rechtssätzen über einzelne Ma-

terien enthalten, die von Kirchenfürsten in Seleukia am Tigris und in der Persis erlassen sind, und so alles Material in den drei Bänden der »Syrischen Rechtsbücher« gesammelt und übersichtlich geordnet und erläutert vorgelegt. Daran schließt sich eine zusammenfassende Darstellung der rechtlichen Verhältnisse der Christen im Sassanidenreich, und weiter die Übersetzung und eindringende geschichtliche und geographische Erläuterung der kirchlichen Chronik von Arbela aus der letzten Zeit des Sassanidenreichs, die dem Jahrgang 1915 der Abhandlungen unserer Akademie zur Zierde gereicht, eines der wenigen Werke, die uns über die ältere Geschichte des Christentums in Mesopotamien und Ostarabien eingehendere und meist zuverlässige Kunde geben; sodann die an Ergebnissen reiche Verarbeitung der dürftigen Nachrichten über Ursprung und Geschichte der christlichen Gemeinden der Persis, des abgelegenen Heimatlandes des unter den Sassaniden zum zweitenmal zu herrschender Stellung gelangten persischen Stammes.

Aber auch den Islam haben Sie bei dieser vielseitigen Tätigkeit niemals außer acht gelassen. Vielmehr haben Sie Ihre Stellung in der Akademie benutzt, um mit deren Unterstützung die Veröffentlichung eines der grundlegenden Geschichtswerke für die beiden ersten Jahrhunderte des Islams möglich zu machen, des biographischen Riesenwerks des Ibn Sa'ad. Dieses gewaltige Werk, bei dessen Durchführung Sie Sich der tatkräftigen Mitarbeit zahlreicher jüngerer Gelehrter und Schüler erfreuen durften, steht jetzt dicht vor dem Abschluß; es wird immer ein Denkmal der rastlosen Energie bleiben, mit der Sie von allen Seiten das Material herangeschafft und der Wissenschaft zugänglich gemacht haben. An dasselbe reihen sich die anregenden Skizzen, welche Sie von der Persönlichkeit des Abu Bekr und Omar in unseren Sitzungsberichten veröffentlicht haben, und die Ausgabe der in einer Berliner Handschrift glücklich erhaltenen Bruchstücke eines der ältesten Geschichtswerke des Islams, des Mûsâ Ibn 'Ukba.

Inzwischen hatten Sie im Jahre 1880 wenigstens einen beträchtlichen Teil der Länder, denen Ihre Arbeit gewidmet ist, auf einer umfassenden wissenschaftlichen Reise in Syrien und Mesopotamien durch eigene Anschauung kennengelernt. Nicht nur für die Geographie und die Denkmäler ist diese Reise, die Sie mehrfach in Gegenden geführt hat, die vor Ihnen noch kaum ein Europäer betreten hatte, von großem Wert gewesen, sondern ebenso für die Kenntnis der Volksdialekte, vor allem der neusyrischen, für die Sie zahlreiche Erzählungen, Gedichte u. ä. durch Einheimische aufzeichnen und mit einer arabischen Übersetzung versehen ließen. Den aramäischen Dialekt der Landbevölkerung von Mosul, das Fellichî, haben Sie in den Abhandlungen unserer Akademie systematisch dargestellt und ebenda eine Sammlung arabischer Volks-

lieder aus Mesopotamien veröffentlicht. Auch sonst haben Sie einen reichen Schatz syrischer Handschriften heimgebracht. Daraus ist Ihr umfassender Katalog der syrischen Handschriften der Königlichen Bibliothek in Berlin hervorgegangen, der über das reiche Material eingehend unterrichtet und aufs neue von Ihrer sicheren Beherrschung des Aramäischen Zeugnis ablegt.

Auch früher schon hatten Sie erwiesen, daß Sie über die christliche und islamische die ältere semitische Welt nicht vergessen hatten: vor allem den auf diesem Gebiet besonders wichtigen und aufschlußreichen Inschriften hatten Sie immer Ihr Interesse zugewendet. Ihre Reise hat auch dieses Material vermehrt: und seitdem haben Sie in zahlreichen wertvollen Einzelaufsätzen nicht wenige, meist aramäische Inschriften veröffentlicht und weiter erläutert. Zugleich haben Sie die sich bietende Gelegenheit ergriffen, der fortschreitenden Entwicklung unserer politischen Stellung und unseres Nationalwohlstandes entsprechend, auch auf diesem Gebiet durch organisierte Ausgrabungen den anderen Kulturvölkern ebenbürtig zur Seite zu treten, und zunächst die Gründung des Orientkomitees im Jahre 1888, dann die der Deutschen Orientgesellschaft im Jahre 1897 durch tatkräftige Mitarbeit gefördert. Jene hat uns in den Ausgrabungen von Sendschirli neben anderen bedeutsamen Funden mehrere der ältesten und wichtigsten semitischen Inschriften beschert, die Sie mit gewohnter Sorgfalt publizieren konnten: für die Deutsche Orientgesellschaft aber haben Sie die für ihre Tätigkeit entscheidende Vorarbeit übernommen durch die Reise nach Babylonien im Winter 1897/98, die für die Wahl ihres Hauptarbeitsgebiets entscheidend geworden ist. Einige Jahre später brachten die Papyrusgrabungen der Königlichen Museen in Ägypten einen ganz überraschenden Fund von einzigartigem Wert, die Urkunden der jüdischen Gemeinde von Elephantine aus der Zeit des Perserreichs, dem fünften Jahrhundert, und mit ihnen zugleich, wenigstens in großen Bruchstücken, das — von den Keilschrifttexten abgesehen — älteste nichtbiblische Literaturwerk der semitischen Welt, die Geschichte des weisen Achîkar: und auch diesen ganz unschätzbaren Fund haben Sie, nach zahlreichen vorausgehenden Einzelaufsätzen, in dem Werk über die aramäischen Papyri und Ostraka einer jüdischen Militärkolonie zu Elephantine, in einer vortrefflichen Publikation der wissenschaftlichen Welt vorlegen und erläutern können.

Die umfassende Tätigkeit, die Sie so ein halbes Jahrhundert hindurch unermüdlich ausgeübt haben, war in diesem Umfang nur möglich durch ein vertrauensvolles Zusammenwirken mit den führenden Gelehrten anderer Nationen, die Ihnen die dort bewahrten Schätze zur Verfügung stellten. Dieser Zustand der wissenschaftlichen Welt, den

wir für alle Zukunft fest gegründet glaubten, liegt jetzt weit hinter uns. Der Krieg ist dazwischengetreten. Ströme von Blut trennen uns von den Nachbarn in West und Ost, und nur mit tiefem Schmerz, aber zugleich mit einem Gefühl des Schauderns, können wir an Beziehungen denken, die uns ehemals wertvoll und ans Herz gewachsen waren. Dafür hat der Weltkrieg die enge Verbindung mit der führenden Macht des Islams, die schon in den letzten Jahrzehnten immer intensiver geworden war, weiter gefestigt und zusammengekittet. Auch dazu haben Sie mitgewirkt. Durch die Organisation und Leitung des Seminars für Orientalische Sprachen, die seit seiner Begründung im Jahre 1887 in Ihren Händen liegt, haben Sie ganz wesentlich zu der Vertiefung unserer Beziehungen und einer gesicherten Kenntnis der gesamten Welt des Orients und der deutschen Kolonien beigetragen. Neben den praktischen Zwecken, die zunächst im Vordergrunde stehen mußten, haben Sie die wissenschaftlichen Aufgaben immer im Auge behalten, und durch eine umsichtige Organisation und Leitung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, der Lehrbücher und der Mitteilungen des Seminars für Orientalische Sprachen und des Archivs für das Studium deutscher Kolonialsprachen, zu denen Sie selbst nicht wenige Arbeiten beigesteuert haben, die befruchtende Tätigkeit des Seminars ganz wesentlich gefördert.

Möge es Ihnen vergönnt sein, auch auf diesem Gebiet weiter den reichen Ertrag Ihrer Lebensarbeit einzuernten, uns aber, Sie noch lange Jahre in derselben unermüdlichen Arbeitskraft und Energie in unserer Mitte wirken zu sehen, die uns bisher schon so viele wertvolle Gaben geschenkt hat!

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 8. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

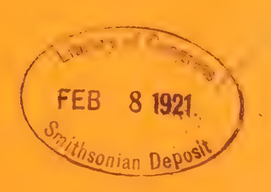
1917 VI. VII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 11, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

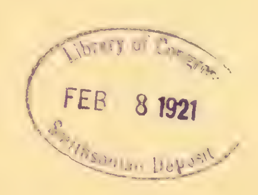
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Einstein las: Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie.

Die Frage nach der theoretisch möglichen Struktur des kosmischen Gravitationsfeldes führt zu prinzipiellen Schwierigkeiten. Unter Zugrundelegung der allgemeinen Relativitätstheorie lassen sich diese überwinden durch die Auffassung, daß der Weltraum ein geschlossener geometrischer Raum sei, der im großen betrachtet durch einen sphärischen Raum approximiert wird. Diese Lösung verlangt aber eine hypothetische Erweiterung der Feldgleichungen der Gravitation.



Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie.

Von A. Einstein.

Es ist wohlbekannt, daß die Poissonsche Differentialgleichung

$$\Delta\phi = 4\pi K\rho \tag{1}$$

in Verbindung mit der Bewegungsgleichung des materiellen Punktes die Newtonsche Fernwirkungstheorie noch nicht vollständig ersetzt. Es muß noch die Bedingung hinzutreten, daß im räumlich Unendlichen das Potential ϕ einem festen Grenzwerte zustrebt. Analog verhält es sich bei der Gravitationstheorie der allgemeinen Relativität: auch hier müssen zu den Differentialgleichungen Grenzbedingungen hinzutreten für das räumlich Unendliche, falls man die Welt wirklich als räumlich unendlich ausgedehnt anzusehen hat.

Bei der Behandlung des Planetenproblems habe ich diese Grenzbedingungen in Gestalt folgender Annahme gewählt: Es ist möglich, ein Bezugssystem so zu wählen, daß sämtliche Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$ im räumlich Unendlichen konstant werden. Es ist aber a priori durchaus nicht evident, daß man dieselben Grenzbedingungen ansetzen darf, wenn man größere Partien der Körperwelt ins Auge fassen will. Im folgenden sollen die Überlegungen angegeben werden, welche ich bisher über diese prinzipiell wichtige Frage angestellt habe.

§ 1. Die Newtonsche Theorie.

Es ist wohlbekannt, daß die Newtonsche Grenzbedingung des konstanten Limes für ϕ im räumlich Unendlichen zu der Auffassung hinführt, daß die Dichte der Materie im Unendlichen zu null wird. Wir denken uns nämlich, es lasse sich ein Ort im Weltraum finden, um den herum das Gravitationsfeld der Materie, im großen betrachtet, Kugelsymmetrie besitzt (Mittelpunkt). Dann folgt aus der Poissonschen Gleichung, daß die mittlere Dichte ρ rascher als $\frac{1}{r^2}$ mit wachsender Entfernung r vom Mittelpunkt zu null herabsinken muß, damit ϕ im

Unendlichen einem Limes zustrebe[1]. In diesem Sinne ist also die Welt nach Newton endlich, wenn sie auch unendlich große Gesamtmasse besitzen kann.

Hieraus folgt zunächst, daß die von den Himmelskörpern emittierte Strahlung das Newtonsche Weltsystem auf dem Wege radial nach außen zum Teil verlassen wird, um sich dann wirkungslos im Unendlichen zu verlieren. Kann es nicht ganzen Himmelskörpern ebenso ergehen? Es ist kaum möglich, diese Frage zu verneinen. Denn aus der Voraussetzung eines endlichen Limes für ϕ im räumlich Unendlichen folgt, daß ein mit endlicher kinetischer Energie begabter Himmelskörper das räumlich Unendliche unter Überwindung der Newtonschen Anziehungskräfte erreichen kann. Dieser Fall muß nach der statistischen Mechanik solange immer wieder eintreten, als die gesamte Energie des Sternsystems genügend groß ist, um — auf einen einzigen Himmelskörper übertragen — diesem die Reise ins Unendliche zu gestatten, von welcher er nie wieder zurückkehren kann.

Man könnte dieser eigentümlichen Schwierigkeit durch die Annahme zu entrinnen versuchen, daß jenes Grenzpotential im Unendlichen einen sehr hohen Wert habe. Dies wäre ein gangbarer Weg, wenn nicht der Verlauf des Gravitationspotentials durch die Himmelskörper selbst bedingt sein müßte. In Wahrheit werden wir mit Notwendigkeit zu der Auffassung gedrängt, daß das Auftreten bedeutender Potentialdifferenzen des Gravitationsfeldes mit den Tatsachen im Widerspruch ist. Dieselben müssen vielmehr von so geringer Größenordnung sein, daß die durch sie erzeugbaren Sterngeschwindigkeiten die tatsächlich beobachteten nicht übersteigen.

Wendet man das Boltzmannsche Verteilungsgesetz für Gasmoleküle auf die Sterne an, indem man das Sternsystem mit einem Gase von stationärer Wärmebewegung vergleicht, so folgt, daß das Newtonsche Sternsystem überhaupt nicht existieren könne. Denn der endlichen Potentialdifferenz zwischen dem Mittelpunkt und dem räumlich Unendlichen entspricht ein endliches Verhältnis der Dichten. Ein Verschwinden der Dichte im Unendlichen zieht also ein Verschwinden der Dichte im Mittelpunkt nach sich.

Diese Schwierigkeiten lassen sich auf dem Boden der Newtonschen Theorie wohl kaum überwinden. Man kann sich die Frage vorlegen, ob sich dieselben durch eine Modifikation der Newtonschen Theorie beseitigen lassen. Wir geben hierfür zunächst einen Weg an,

---

[1] ϱ ist die mittlere Dichte der Materie, gebildet für einen Raum, der groß ist gegenüber der Distanz benachbarter Fixsterne, aber klein gegenüber den Abmessungen des ganzen Sternsystems.

der an sich nicht beansprucht, ernst genommen zu werden: er dient nur dazu, das Folgende besser hervortreten zu lassen. An die Stelle der Poissonschen Gleichung setzen wir

$$\Delta\phi - \lambda\phi = 4\pi K\rho\,, \tag{2}$$

wobei λ eine universelle Konstante bedeutet. Ist ρ_0 die (gleichmäßige) Dichte einer Massenverteilung, so ist

$$\phi = -\frac{4\pi K}{\lambda}\rho_0 \tag{3}$$

eine Lösung der Gleichung (2). Diese Lösung entspräche dem Falle, daß die Materie der Fixsterne gleichmäßig über den Raum verteilt wäre, wobei die Dichte ρ_0 gleich der tatsächlichen mittleren Dichte der Materie des Weltraumes sein möge. Die Lösung entspricht einer unendlichen Ausdehnung des im Mittel gleichmäßig mit Materie erfüllten Raumes. Denkt man sich, ohne an der mittleren Verteilungsdichte etwas zu ändern, die Materie örtlich ungleichmäßig verteilt, so wird sich über den konstanten ϕ-Wert der Gleichung (3) ein zusätzliches ϕ überlagern, welches in der Nähe dichterer Massen einem Newtonschen Felde um so ähnlicher ist, je kleiner λ_ϕ gegenüber $4\pi K\rho$ ist.

Eine so beschaffene Welt hätte bezüglich des Gravitationsfeldes keinen Mittelpunkt. Ein Abnehmen der Dichte im räumlich Unendlichen müßte nicht angenommen werden, sondern es wäre sowohl das mittlere Potential als auch die mittlere Dichte bis ins Unendliche konstant. Der bei der Newtonschen Theorie konstatierte Konflikt mit der statistischen Mechanik ist hier nicht vorhanden. Die Materie ist bei einer bestimmten (äußerst kleinen) Dichte im Gleichgewicht, ohne daß für dies Gleichgewicht innere Kräfte der Materie (Druck) nötig wären.

§ 2. Die Grenzbedingungen gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie.

Im folgenden führe ich den Leser auf dem von mir selbst zurückgelegten, etwas indirekten und holperigen Wege, weil ich nur so hoffen kann, daß er dem Endergebnis Interesse entgegenbringe. Ich komme nämlich zu der Meinung, daß die von mir bisher vertretenen Feldgleichungen der Gravitation noch einer kleinen Modifikation bedürfen, um auf der Basis der allgemeinen Relativitätstheorie jene prinzipiellen Schwierigkeiten zu vermeiden, die wir im vorigen Paragraphen für die Newtonsche Theorie dargelegt haben. Diese Modifikation entspricht vollkommen dem Übergang von der Poissonschen Gleichung (1) zur Gleichung (2) des vorigen Paragraphen. Es ergibt sich dann

schließlich, daß Grenzbedingungen im räumlich Unendlichen überhaupt entfallen, da das Weltkontinuum bezüglich seiner räumlichen Erstreckungen als ein in sich geschlossenes von endlichem, räumlichem (dreidimensionalem) Volumen aufzufassen ist.

Meine bis vor kurzem gehegte Meinung über die im räumlich Unendlichen zu setzenden Grenzbedingungen fußte auf folgenden Überlegungen. In einer konsequenten Relativitätstheorie kann es keine Trägheit gegenüber dem »Raume« geben, sondern nur eine Trägheit der Massen gegeneinander. Wenn ich daher eine Masse von allen anderen Massen der Welt räumlich genügend entferne, so muß ihre Trägheit zu Null herabsinken. Wir suchen diese Bedingung mathematisch zu formulieren.

Nach der allgemeinen Relativitätstheorie ist der (negative) Impuls durch die drei ersten Komponenten, die Energie durch die letzte Komponente des mit $\sqrt{-g}$ multiplizierten kovarianten Tensors

$$m\sqrt{-g}\, g_{\mu\alpha}\frac{dx_\alpha}{ds} \qquad (4)$$

gegeben, wobei wie stets

$$ds^2 = g_{\mu\nu}dx_\mu dx_\nu \qquad (5)$$

gesetzt ist. In dem besonders übersichtlichen Falle, daß das Koordinatensystem so gewählt werden kann, daß das Gravitationsfeld in jedem Punkte räumlich isotrop ist, hat man einfacher

$$ds^2 = -A\,(dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2) + B\,dx_4^2 .$$

Ist gleichzeitig noch

$$\sqrt{-g} = 1 = \sqrt{A^3B}\,,$$

so erhält man für kleine Geschwindigkeiten in erster Näherung aus (4) für die Impulskomponenten

$$m\frac{A}{\sqrt{B}}\frac{dx_1}{dx_4} \qquad m\frac{A}{\sqrt{B}}\frac{dx_2}{dx_4} \qquad m\frac{A}{\sqrt{B}}\frac{dx_3}{dx_4}$$

und für die Energie (im Fall der Ruhe)

$$m\sqrt{B}\,.$$

Aus den Ausdrücken des Impulses folgt, daß $m\frac{A}{\sqrt{B}}$ die Rolle der trägen Masse spielt. Da m eine dem Massenpunkt unabhängig von seiner Lage eigentümliche Konstante ist, so kann dieser Ausdruck unter Wahrung der Determinantenbedingung im räumlich Unendlichen nur dann verschwinden, wenn A zu null herabsinkt, während B ins

Unendliche anwächst. Ein solches Ausarten der Koeffizienten $g_{\mu\nu}$ scheint also durch das Postulat von der Relativität aller Trägheit gefordert zu werden. Diese Forderung bringt es auch mit sich, daß die potentielle Energie $m\sqrt{B}$ des Punktes im Unendlichen unendlich groß wird. Es kann also ein Massenpunkt niemals das System verlassen; eine eingehendere Untersuchung zeigt, daß gleiches auch von den Lichtstrahlen gelten würde. Ein Weltsystem mit solchem Verhalten der Gravitationspotentiale im Unendlichen wäre also nicht der Gefahr der Verödung ausgesetzt, wie sie vorhin für die Newtonsche Theorie besprochen wurde.

Ich bemerke, daß die vereinfachenden Annahmen über die Gravitationspotentiale, welche wir dieser Betrachtung zugrunde legten, nur der Übersichtlichkeit wegen eingeführt sind. Man kann allgemeine Formulierungen für das Verhalten der $g_{\mu\nu}$ im Unendlichen finden, die das Wesentliche der Sache ohne weitere beschränkende Annahmen ausdrücken.

Nun untersuchte ich mit der freundlichen Hilfe des Mathematikers J. Grommer zentrisch symmetrische, statische Gravitationsfelder, welche im Unendlichen in der angedeuteten Weise degenerierten. Die Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$ wurden angesetzt und aus denselben auf Grund der Feldgleichungen der Gravitation der Energietensor $T_{\mu\nu}$ der Materie berechnet. Dabei zeigte sich aber, daß für das Fixsternsystem derartige Grenzbedingungen durchaus nicht in Betracht kommen können, wie neulich auch mit Recht von dem Astronomen de Sitter hervorgehoben wurde.

Der kontravariante Energietensor $T^{\mu\nu}$ der ponderabeln Materie ist nämlich gegeben durch

$$T^{\mu\nu} = \rho \frac{dx_\mu}{ds} \frac{dx_\nu}{ds}, \tag{5}$$

wobei ρ die natürlich gemessene Dichte der Materie bedeutet. Bei geeignet gewähltem Koordinatensystem sind die Sterngeschwindigkeiten sehr klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit. Man kann daher ds durch $\sqrt{g_{44}}\,dx_4$ ersetzen. Daran erkennt man, daß alle Komponenten von $T^{\mu\nu}$ gegenüber der letzten Komponente T^{44} sehr klein sein müssen. Diese Bedingung aber ließ sich mit den gewählten Grenzbedingungen durchaus nicht vereinigen. Nachträglich erscheint dies Resultat nicht verwunderlich. Die Tatsache der geringen Sterngeschwindigkeiten läßt den Schluß zu, daß nirgends, wo es Fixsterne gibt, das Gravitationspotential (in unserem Falle $\sqrt{B}$) erheblich größer sein kann als bei uns; es folgt dies aus statistischen Überlegungen, genau wie im Falle der Newtonschen Theorie. Jedenfalls haben mich

unsere Rechnungen zu der Überzeugung geführt, daß derartige Degenerationsbedingungen für die $g_{\mu\nu}$ im Räumlich-Unendlichen nicht postuliert werden dürfen.

Nach dem Fehlschlagen dieses Versuches bieten sich zunächst zwei Möglichkeiten dar.

a) Man fordert, wie beim Planetenproblem, daß im räumlich Unendlichen die $g_{\mu\nu}$ sich bei passend gewähltem Bezugssystem den Werten

$$\begin{matrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

nähern.

b) Man stellt überhaupt keine allgemeine Gültigkeit beanspruchenden Grenzbedingungen auf für das räumlich Unendliche: man hat die $g_{\mu\nu}$ an der räumlichen Begrenzung des betrachteten Gebietes in jedem einzelnen Falle besonders zu geben, wie man bisher die zeitlichen Anfangsbedingungen besonders zu geben gewohnt war.

Die Möglichkeit b entspricht keiner Lösung des Problems, sondern dem Verzicht auf die Lösung desselben. Dies ist ein unanfechtbarer Standpunkt, der gegenwärtig von de Sitter eingenommen wird[1]. Ich muß aber gestehen, daß es mir schwer fällt, so weit zu resignieren in dieser prinzipiellen Angelegenheit. Dazu würde ich mich erst entschließen, wenn alle Mühe, zur befriedigenden Auffassung vorzudringen, sich als nutzlos erweisen würde.

Die Möglichkeit a ist in mehrfacher Beziehung unbefriedigend. Erstens setzen diese Grenzbedingungen eine bestimmte Wahl des Bezugssystems voraus, was dem Geiste des Relativitätsprinzips widerstrebt. Zweitens verzichtet man bei dieser Auffassung darauf, der Forderung von der Relativität der Trägheit gerecht zu werden. Die Trägheit eines Massenpunktes von der natürlich gemessenen Masse m ist nämlich von den $g_{\mu\nu}$ abhängig; diese aber unterscheiden sich nur wenig von den angegebenen postulierten Werten für das räumlich Unendliche. Somit würde die Trägheit durch die (im Endlichen vorhandene) Materie zwar beeinflußt aber nicht bedingt. Wenn nur ein einziger Massenpunkt vorhanden wäre, so besäße er nach dieser Auffassungsweise Trägheit, und zwar eine beinahe gleich große wie in dem Falle, daß er von den übrigen Massen unserer tatsächlichen Welt umgeben ist. Endlich sind gegen diese Auffassung jene statisti-

[1] de Sitter, Akad. van Wetensch. Te Amsterdam, 8. November 1916.

schen Bedenken geltend zu machen, welche oben für die Newtonsche Theorie angegeben worden sind.

Es geht aus dem bisher Gesagten hervor, daß mir das Aufstellen von Grenzbedingungen für das räumlich Unendliche nicht gelungen ist. Trotzdem existiert noch eine Möglichkeit, ohne den unter b angegebenen Verzicht auszukommen. Wenn es nämlich möglich wäre, die Welt als ein nach seinen räumlichen Erstreckungen geschlossenes Kontinuum anzusehen, dann hätte man überhaupt keine derartigen Grenzbedingungen nötig. Im folgenden wird sich zeigen, daß sowohl die allgemeine Relativitätsforderung als auch die Tatsache der geringen Sterngeschwindigkeiten mit der Hypothese von der räumlichen Geschlossenheit des Weltganzen vereinbar ist; allerdings bedarf es für die Durchführung dieses Gedankens einer verallgemeinernden Modifikation der Feldgleichungen der Gravitation.

§ 3. Die räumlich geschlossene Welt mit gleichmäßig verteilter Materie.

Der metrische Charakter (Krümmung) des vierdimensionalen raumzeitlichen Kontinuums wird nach der allgemeinen Relativitätstheorie in jedem Punkte durch die daselbst befindliche Materie und deren Zustand bestimmt. Die metrische Struktur dieses Kontinuums muß daher wegen der Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Materie notwendig eine äußerst verwickelte sein. Wenn es uns aber nur auf die Struktur im großen ankommt, dürfen wir uns die Materie als über ungeheure Räume gleichmäßig ausgebreitet vorstellen, so daß deren Verteilungsdichte eine ungeheuer langsam veränderliche Funktion wird. Wir gehen damit ähnlich vor wie etwa die Geodäten, welche die im kleinen äußerst kompliziert gestaltete Erdoberfläche durch ein Ellipsoid approximieren.

Das Wichtigste, was wir über die Verteilung der Materie aus der Erfahrung wissen, ist dies, daß die Relativgeschwindigkeiten der Sterne sehr klein sind gegenüber der Lichtgeschwindigkeit. Ich glaube deshalb, daß wir fürs erste folgende approximierende Annahme unserer Betrachtung zugrunde legen dürfen: Es gibt ein Koordinatensystem, relativ zu welchem die Materie als dauernd ruhend angesehen werden darf. Relativ zu diesem ist also der kontravariante Energietensor $T^{\mu\nu}$ der Materie gemäß (5) von der einfachen Form:

$$\left.\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \rho \end{array}\right| \qquad (6)$$

Der Skalar ρ der (mittleren) Verteilungsdichte kann a priori eine Funktion der räumlichen Koordinaten sein. Wenn wir aber die Welt als räumlich in sich geschlossen annehmen, so liegt die Hypothese nahe, daß ρ unabhängig vom Orte sei; diese legen wir dem Folgenden zugrunde.

Was das Gravitationsfeld anlangt, so folgt aus der Bewegungsgleichung des materiellen Punktes

$$\frac{d^2 x_\nu}{ds^2} + \left\{ \begin{matrix} \alpha\beta \\ \nu \end{matrix} \right\} \frac{dx_\alpha}{ds} \frac{dx_\beta}{ds} = 0 ,$$

daß ein materieller Punkt in einem statischen Gravitationsfelde nur dann in Ruhe verharren kann, wenn g_{44} vom Orte unabhängig ist. Da wir ferner Unabhängigkeit von der Zeitkoordinate x_4 für alle Größen voraussetzen, so können wir für die gesuchte Lösung verlangen, daß für alle x_ν

$$g_{44} = 1 \tag{7}$$

sei. Wie stets bei statischen Problemen wird ferner

$$g_{14} = g_{24} = g_{34} = 0 \tag{8}$$

zu setzen sein. Es handelt sich nun noch um die Festlegung derjenigen Komponenten des Gravitationspotentials, welche das rein räumlich-geometrische Verhalten unseres Kontinuums bestimmen ($g_{11}, g_{12} \ldots . g_{33}$). Aus unserer Annahme über die Gleichmäßigkeit der Verteilung der das Feld erzeugenden Massen folgt, daß auch die Krümmung des gesuchten Meßraumes eine konstante sein muß. Für diese Massenverteilung wird also das gesuchte geschlossene Kontinuum der $x_1 . x_2 . x_3$ bei konstantem x_4 ein sphärischer Raum sein.

Zu einem solchen gelangen wir z. B. in folgender Weise. Wir gehen aus von einem Euklidischen Raume der $\xi_1, \xi_2, \xi_3 . \xi_4$ von vier Dimensionen mit dem Linienelement $d\sigma$; es sei also

$$d\sigma^2 = d\xi_1^2 + d\xi_2^2 + d\xi_3^2 + d\xi_4^2 . \tag{9}$$

In diesem Raume betrachten wir die Hyperfläche

$$R^2 = \xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 + \xi_4^2 , \tag{10}$$

wobei R eine Konstante bedeutet. Diese Punkte dieser Hyperfläche bilden ein dreidimensionales Kontinuum, einen sphärischen Raum vom Krümmungsradius R.

Der vierdimensionale Euklidische Raum, von dem wir ausgingen, dient nur zur bequemen Definition unserer Hyperfläche. Uns interessieren nur die Punkte der letzteren, deren metrische Eigenschaften mit denen des physikalischen Raumes bei gleichmäßiger Verteilung der Materie übereinstimmen sollen. Für die Beschreibung dieses dreidi-

mensionalen Kontinuums können wir uns der Koordinaten ξ_1, ξ_2, ξ_3 bedienen (Projektion auf die Hyperebene $\xi_4 = 0$), da sich vermöge (10) ξ_4 durch ξ_1, ξ_2, ξ_3 ausdrücken läßt. Eliminiert man ξ_4 aus (9), so erhält man für das Linienelement des sphärischen Raumes den Ausdruck

$$\left.\begin{aligned} d\sigma^2 &= \gamma_{\mu\nu} d\xi_\mu d\xi_\nu \\ \gamma_{\mu\nu} &= \delta_{\mu\nu} + \frac{\xi_\mu \xi_\nu}{R^2 - \rho^2} \end{aligned}\right\}, \tag{11}$$

wobei $\delta_{\mu\nu} = 1$, wenn $\mu = \nu$, $\delta_{\mu\nu} = 0$, wenn $\mu \neq \nu$, und $\rho^2 = \xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2$ gesetzt wird. Die gewählten Koordinaten sind bequem, wenn es sich um die Untersuchung der Umgebung eines der beiden Punkte $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = 0$ handelt.

Nun ist uns auch das Linsenelement der gesuchten raum-zeitlichen vierdimensionalen Welt gegeben. Wir haben offenbar für die Potentiale $g_{\mu\nu}$, deren beide Indizes von 4 abweichen, zu setzen

$$g_{\mu\nu} = -\left(\delta_{\mu\nu} + \frac{x_\mu x_\nu}{R^2 - (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)}\right), \tag{12}$$

welche Gleichung in Verbindung mit (7) und (8) das Verhalten von Maßstäben, Uhren und Lichtstrahlen in der betrachteten vierdimensionalen Welt vollständig bestimmt.

§ 4. Über ein an den Feldgleichungen der Gravitation anzubringendes Zusatzglied.

Die von mir vorgeschlagenen Feldgleichungen der Gravitation lauten für ein beliebig gewähltes Koordinatensystem

$$\left.\begin{aligned} G_{\mu\nu} &= -\varkappa\left(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T\right) \\ G_{\mu\nu} &= -\frac{\partial}{\partial x_\alpha}\begin{Bmatrix}\mu\nu\\ \alpha\end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix}\mu\alpha\\ \beta\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}\nu\beta\\ \alpha\end{Bmatrix} \\ &\quad + \frac{\partial^2 \lg \sqrt{-g}}{\partial x_\mu \partial x_\nu} - \begin{Bmatrix}\mu\nu\\ \alpha\end{Bmatrix}\frac{\partial \lg \sqrt{-g}}{\partial x_\alpha} \end{aligned}\right\}. \tag{13}$$

Das Gleichungssystem (13) ist keineswegs erfüllt, wenn man für die $g_{\mu\nu}$ die in (7), (8) und (12) gegebenen Werte und für den (kontravarianten) Tensor der Energie der Materie die in (6) angegebenen Werte einsetzt. Wie diese Rechnung bequem auszuführen ist, wird im nächsten Paragraphen gezeigt werden. Wenn es also sicher wäre, daß die von mir bisher benutzten Feldgleichungen (13) die einzigen mit dem Postulat der allgemeinen Relativität vereinbaren wären, so

müßten wir wohl schließen, daß die Relativitätstheorie die Hypothese von einer räumlichen Geschlossenheit der Welt nicht zulasse.

Das Gleichungssystem (14) erlaubt jedoch eine naheliegende, mit dem Relativitätspostulat vereinbare Erweiterung, welche der durch Gleichung (2) gegebenen Erweiterung der POISSONschen Gleichung vollkommen analog ist. Wir können nämlich auf der linken Seite der Feldgleichung (13) den mit einer vorläufig unbekannten universellen Konstante $-\lambda$ multiplizierten Fundamentaltensor $g_{\mu\nu}$ hinzufügen, ohne daß dadurch die allgemeine Kovarianz zerstört wird; wir setzen an die Stelle der Feldgleichung (13)

$$G_{\mu\nu} - \lambda g_{\mu\nu} = -\varkappa \left(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T \right). \qquad (13\,\text{a})$$

Auch diese Feldgleichung ist bei genügend kleinem λ mit den am Sonnensystem erlangten Erfahrungstatsachen jedenfalls vereinbar. Sie befriedigt auch Erhaltungssätze des Impulses und der Energie, denn man gelangt zu (13a) an Stelle von (13), wenn man statt des Skalars des RIEMANNschen Tensors diesen Skalar, vermehrt um eine universelle Konstante, in das HAMILTONsche Prinzip einführt, welches Prinzip ja die Giltigkeit von Erhaltungssätzen gewährleistet. Daß die Feldgleichung (13a) mit unseren Ansätzen über Feld und Materie vereinbar ist, wird im folgenden gezeigt.

§ 5. Durchführung der Rechnung. Ergebnis.

Da alle Punkte unseres Kontinuums gleichwertig sind, genügt es, die Rechnung für einen Punkt durchzuführen, z. B. für einen der beiden Punkte mit den Koordinaten $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 0$. Dann sind für die $g_{\mu\nu}$ in (13a) die Werte

$$\begin{matrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

überall da einzusetzen, wo sie nur einmal oder gar nicht differenziert erscheinen. Man erhält also zunächst

$$G_{\mu\nu} = \frac{\partial}{\partial x_1}\begin{bmatrix}\mu\nu\\1\end{bmatrix} + \frac{\partial}{\partial x_2}\begin{bmatrix}\mu\nu\\2\end{bmatrix} + \frac{\partial}{\partial x_3}\begin{bmatrix}\mu\nu\\3\end{bmatrix} + \frac{\partial^2 \lg \sqrt{-g}}{\partial x_\mu \partial x_\nu}.$$

Mit Rücksicht auf (7), (8) und (13) findet man hieraus leicht, daß sämtlichen Gleichungen (13a) Genüge geleistet ist, wenn die beiden Relationen erfüllt sind

$$-\frac{2}{R^2}+\lambda=-\frac{\varkappa\rho}{2}$$

$$-\lambda=-\frac{\varkappa\rho}{2}$$

oder

$$\lambda=\frac{\varkappa\rho}{2}=\frac{1}{R^2} \qquad (14)$$

Die neu eingeführte universelle Konstante λ bestimmt also sowohl die mittlere Verteilungsdichte ρ, welche im Gleichgewichte verharren kann, als auch den Radius R des sphärischen Raumes und dessen Volumen $2\pi^2 R^3$. Die Gesamtmasse M der Welt ist nach unserer Auffassung endlich, und zwar gleich

$$M=\rho\cdot 2\pi^2 R^3=4\pi^2\frac{R}{\varkappa}=\frac{\sqrt{32\pi^2}}{\sqrt{\varkappa^3\rho}}. \qquad (15)$$

Die theoretische Auffassung der tatsächlichen Welt wäre also, falls dieselbe unserer Betrachtung entspricht, die folgende. Der Krümmungscharakter des Raumes ist nach Maßgabe der Verteilung der Materie zeitlich und örtlich variabel, läßt sich aber im großen durch einen sphärischen Raum approximieren. Jedenfalls ist diese Auffassung logisch widerspruchsfrei und vom Standpunkte der allgemeinen Relativitätstheorie die naheliegendste; ob sie, vom Standpunkt des heutigen astronomischen Wissens aus betrachtet, haltbar ist, soll hier nicht untersucht werden. Um zu dieser widerspruchsfreien Auffassung zu gelangen, mußten wir allerdings eine neue, durch unser tatsächliches Wissen von der Gravitation nicht gerechtfertigte Erweiterung der Feldgleichungen der Gravitation einführen. Es ist jedoch hervorzuheben, daß eine positive Krümmung des Raumes durch die in demselben befindliche Materie auch dann resultiert, wenn jenes Zusatzglied nicht eingeführt wird; das letztere haben wir nur nötig, um eine quasistatische Verteilung der Materie zu ermöglichen, wie es der Tatsache der kleinen Sterngeschwindigkeiten entspricht.

Ausgegeben am 15. Februar.

1917.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Seler las über die sogenannten Elefantenrüssel yukatekischer Bauten. (Abh.)

Diese Bauten, die den besondern Schmuck der alten Tempel und Paläste der Halbinsel Yucatan bilden, sind, wie der Vergleich mit den Figuren der Bilderschriften lehrt, Abbilder des Regen- und Wassergotts und sind an den Gebäuden angebracht, um als Zauber ergiebigen Regen für das Land zu sichern.

Ausgegeben am 15. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1917 VIII. IX. X. XI

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 11, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. v. Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. Beckmann sprach über Kryoskopie und Allotropie des Schwefels.

In Fortsetzung der 1913 erörterten Versuche (vgl. diese Berichte 1913, S. 886) hat sich ergeben, daß die Schmelzpunktsdepression des gewöhnlichen Schwefels quantitativ durch die Entstehung der Modifikation S_4 erklärt werden kann, welche vermutlich mit S_π von Aten und dem früheren Schwefel von Magnus übereinstimmt. Für Schwefel-Engel bestätigt sich das Molekül S_6.

2. Das auswärtige Mitglied der Akademie Hr. Schuchardt in Graz übersandte eine Mitteilung: Zu den romanischen Benennungen der Milz.

Nach Anführung einiger methodologisch interessanter Beispiele der Benennung von Körperteilen in verschiedenen Sprachen werden die wichtigeren Bezeichnungen der Milz im Romanischen besprochen.

Die Akademie hat in der Sitzung vom 1. Februar den ordentlichen Professor der Kirchengeschichte an der Universität Tübingen Dr. Karl von Müller zum korrespondierenden Mitglied ihrer philosophisch-historischen Klasse gewählt.

Zu den romanischen Benennungen der Milz.

Von Hugo Schuchardt
in Graz.

Sprachlehre kann ebensowohl als Bedeutungslehre wie als Bezeichnungslehre dargestellt werden, und somit Sprachgeschichte als Bedeutungsgeschichte oder als Bezeichnungsgeschichte, aber doch nicht mit ganz dem gleichen Rechte. Denn der Bezeichnungswandel ist das Ursprüngliche; aus ihm ergibt sich, allerdings unmittelbar, der Bedeutungswandel: aB folgt auf aA und zugleich Ba auf Bb (s. Anthropos 1912, 833f.). Die eigentliche Aufgabe der Sprachgeschichte ist die Erforschung der Ursachen, weshalb die Begriffe und Gedanken ihre Ausdrucksformen wechseln. Diese Ursachen liegen mehr oder weniger tief und sind also nicht leicht zu ermitteln: allein nicht daraus erklärt sich die geringe Teilnahme, die man bisher der Aufgabe zugewendet hat, sondern aus der alten, praktisch berechtigten Überlieferung, immer die Wörter und Wortverbindungen zugrunde zu legen. Und das gilt selbst von dem Boden, der für die Sprachgeschichte die reichsten Erfolge verbürgt, von dem romanischen. An das etymologische Wörterbuch der romanischen Sprachen mußte sich automatisch, durch einfache Umkehrung, wenigstens der Umriß eines Wörterbuchs anschließen, das das Begriffliche an die erste Stelle setzt. Schon Diez fühlte das Bedürfnis nach einem solchen, als er seine letzte Schrift veröffentlichte, aber er gab sie als Anhang zur Grammatik, nicht zum Wörterbuch (s. Lit. Zbl. 1877, 118ff.). Körtings Lateinisch-romanisches Wörterbuch von 1891 brachte am Schluß ein Deutsches Wortverzeichnis von F. Pabst, das zwar beabsichtigtermaßen nicht vollständig, aber trotzdem sehr reichhaltig war. Es erschien mir wertvoll als Grundlage einer romanischen Synonymik, aus der sich dann eine Geschichte der Bezeichnungen entwickeln möchte. Jedoch wurde der Baum, von dem uns so schöne Früchte winkten, in der zweiten Ausgabe, von 1901, als nutzlos der Axt überliefert (s. Z. f. rom. Ph. 1902, 427). Obschon demnach ein romanisches Sachenwörterbuch noch unter Tiktins »Wörterbücher der Zukunft« gehört (Germ.-rom. M. 1910, 243ff.), so sind doch, sei es dank jener Anregung durch Diez, sei es dank der vielfachen, die vom

französischen Sprachatlas ausgeht. nicht wenige Sachgebiete in bezeichnungsgeschichtlichem Sinne angebaut worden. Eines der dankbarsten ist das, welches sich A. Zauner wählte und gründlich bearbeitete: Die romanischen Namen der Körperteile (1902). Hier hemmt weniger als anderswo eine hohe und dichte Einfriedigung das Herein- und Hinausdringen von Lichtstrahlen: wobei ich nicht sowohl an Wortwanderungen denke als an Parallelen zwischen Bodenständigem (elementare Verwandtschaft). Solche gibt es in bezug auf die äußere Form; weit verbreitet sind die Schallwörter für »Gurgel« und für »Mutterbrust« (s. meine Berb. Hiatustilgung 55). weniger treten andere hervor, z. B. span. *bofe* ∞ kopt. *ųōf*, haußa *fufu* usw., Lunge. In manchen Fällen lenkt erst die lautliche Ähnlichkeit den Gedanken auf die Möglichkeit onomatopoetischen Ursprungs, so mdl.-franz. *boud-*. *bout-* (Zauner 165) ∞ berb. *abuḍ* u. ä., ful *wuddu*, nub. *fūd*, Nabel. Überall begegnen wir Verknotungen zwischen Überliefertem und Entlehntem. zwischen alter und neuer Lautnachahmung. die wir nicht aufzulösen wissen. aber auch nicht. reinlicher Formulierung zuliebe. zerschneiden dürfen. Besonders ist im Auge zu behalten. daß die Notwendigkeit der Annahme elementarer Verwandtschaft zwischen Entferntem die Möglichkeit einer solchen zwischen Nahem ergibt. Entsprechendes gilt in bezug auf die innere Form. Einem Deutschen mag die Bezeichnung der Wade als Bauches des Beines so eigentümlich vorkommen. daß er darin etwas eigens Romanisches, aus dem Latein Stammendes erblickt, doch er wird bedenklich werden, wenn er erfährt, daß auch im Malaiischen die Wade so heißt: *pĕrut bĕtis*. Doch wiederum läßt sich dieses Bedenken beseitigen: es wird hier eine Übersetzung des port. *barriga da perna* vorliegen. Eines der merkwürdigsten Bilder, die sich überhaupt in unsern Sprachen festgesetzt haben. ist das. auf dem der Name der Pupille beruht. Während diese meistens nach der Farbe oder der Gestalt als Schwarzes. Pflaume. Kern. Stein. Stern usw. bezeichnet wird. faßt man sie sinniger und doch zugleich der Wirklichkeit entsprechender als Spiegel auf. entweder als einen, in welchem sich die Seele des Eigners, oder als einen. in welchem sich die Gestalt des andern spiegelt. Die letztere Anschauung verallgemeinert sich; man sieht nicht mehr sein eigenes Bild im Auge des andern, sondern irgendein menschliches Wesen in stärkster Verkleinerung, am liebsten weiblichen Geschlechts: Mann. Männchen. Kind. Mädchen. Püppchen. Für diese Stufe vermögen wir uns einen mehrfachen Ursprung nicht so leicht vorzustellen wie etwa für den Ausdruck »Spiegel des Auges« (so im Haußa). Und in der Tat ist hier, soweit ich den Stoff zu übersehen vermag. ein einheitlicher Ursprung wahrscheinlich zu machen. Das griech. ΚΌΡΗ wird im Lateinischen übersetzt mit *pupula*.

pupilla und dieses wiederum im Romanischen mit *niña del ojo* usw. Daher slowen. *punčica*, *punčka*, tschech. *panenka* (eig. Mädchen, Dämchen). Eine ältere Entlehnung ist das deutsche Kindlein, das besonders in den Mundarten Westdeutschlands lebt. Ihm schließt sich an: kymr. *mablygad*, breton. *mab-al-lagad* oder *map-lagad* (eig. Sohn des Auges); von letzterem sagt Troude in seinem bret.-franz. Wtb. von 1876: »je n'y comprends rien, à moins que ce ne soit une mauvaise copie du mot français pupille«. In romanischer Form taucht das Wort im Neugriechischen, neben dem alten κόρη, auf: ΝΙΝΝΊ, im Baskischen: *nini, ninika*, und vor allem im Arabischen Spaniens und Nordwestafrikas: *nini, nin(n)i, nunu, nun(n)u* mit und ohne *-l-'ain* (des Auges). *Nini* (*nini*), *ninnī* gehört auch dem Ostarabischen an (Malta hat *ninni*), und ebenso ist allgemein und alt: *bū'bū' el-'ain* (vgl. lat. *pupus* = *pupilla*, *pupula*). Aber weit älter als diese Entlehnungen aus Südeuropa ist arab. *insān el-'ain* (eig. Mensch des Auges), das zu hebr. *īšōn 'ajin* (eig. Männchen des Auges) zu stellen ist; und dieses wiederum hat neben sich *bat 'ajin* (eig. Tochter des Auges), dem äthiop. *bent 'ain* = θυγάτηρ ὀφθαλμῶν Sept. entspricht. Man vergleiche noch bedauje (niederkusch.) »Augenkind« für »Pupille«. Demnach ist die Vermutung berechtigt, daß das semitische Morgenland die Heimat der erörterten innern Wortform ist, und auch die weitere, daß die im Süden des Mittelmeers üblichen Ausdrücke keine vollständigen Entlehnungen aus dem Norden sind, sondern nur äußerliche Romanisierungen.

Wenn die bloß innern Übereinstimmungen (gleiche Metaphern) sich nur auf zwei Weisen erklären lassen, als Ergebnisse geschichtlicher oder als solche elementarer Verwandtschaft, so ist bei den äußern (und natürlich zugleich innern) Übereinstimmungen ein Drittes möglich, nämlich, daß sie auf Zufall beruhen. In der Annahme und Ablehnung des Zufalls herrscht bei den Wortforschern viel Willkür; wir müssen uns bemühen, die Wahrscheinlichkeiten genauer abzuschätzen. An zwei Fällen, die innerhalb des abgesteckten Gebietes liegen, möchte ich erläutern, welcherlei Umstände hierbei zu berücksichtigen sind. *Kolia* (*kulia*) bedeutet »Hode« im Romanischen und im Arabischen. Auf den ersten Blick werden wir glauben, daß es sich um ein und dasselbe Wort handle; doch es liegen die Geschlechtstafeln vor, und sie belehren uns eines andern. Im Semitischen und Hamitischen sowie in noch andern afrikanischen Sprachen und im Baskischen zeigt das Wort für »Niere« Lautgestaltungen, die einen gemeinsamen Ursprung bekunden (R. Basque 6 [1912], 272). Der erste Konsonant pflegt ein gutturaler Verschlußlaut zu sein, der zweite ein *l* (auch *d*, *r*), der dritte fehlt entweder oder ist ein Labial (*w*, *b*, *m*), außerdem finden sich Spuren einer weiblichen Endung *-t-*; Silbenverdoppelung (vgl. ma-

laiisch *gěli-gěli*) tritt in doppelter Form auf. z. B. *kulalt* und *těžžilt* (so u. ä. in berb. Mdd.: nub. *džigilti*). Der erste Vokal erscheint. wenn er überhaupt vorhanden ist, als *u* (*a*) oder als *i* (*e*), und das letztere (im hebr. *kiliā*) betrachtet Brockelmann, Sem. Gr. 1. 193 (72b) als durch Assimilation aus *u* (in arab. *kulia* usw.) entstanden. Aber auch das Arabische hat *kilua* neben *kulua*. *kulia*, und mit Hinblick auf die nichtsemitischen Sprachen ist es mir wahrscheinlich. daß der ursprüngliche Anlaut von einem *u*-haltigen Guttural mit hellem Vollvokal gebildet wurde (vgl. die Formenreihe der sem. ham. sud. Wörter für »Wurm« bei mir, Berb. Hiatustilgung 49). Wie nun in den uns nächstliegenden Sprachen (Griechisch. Lateinisch, Deutsch. Französisch) neben die Bed. »Niere« aus begreiflichen Ursachen sich gern die Bed. »Hode« stellt, so auch in den Sprachen, von denen ich eben rede. und zwar mit oder ohne lautliche Abänderung. In der arabischen Schriftsprache scheint diese Übertragung sich nicht sehr ausgebreitet zu haben. den Dual *al-kuliatān*, die Hoden, kenne ich nur aus Hyrtl, Das Arabische und Hebräische in der Anatomie (1879) 299. wo keine Quelle angegeben ist. Für das maghrebische Arabisch bezeugt Beaussier. Dict. 598 *kilua*. Pl. *kalāui*. Niere. Hoden. Eine merkwürdige Scheidung hat der Plural im jüdischen Algerisch erlebt: *qlāui*. Hoden, *klāui*. Nieren: der Singular zu beidem lautet *kělua*. während auch dieser im muselmanischen Algerisch sich spaltet: *qalua* : *qlāui* und *kělua* : *klaui* (M. Cohen. Le parler arabe des Juifs d'Alger 44f. Anm.). Das Wort ist in eine und die andere berberische Mundart eingedrungen. so *iqěluen*, Hoden. Destaing. Dictionnaire français-berbère 342. — Das ital. *coglia* geht auf lat. *cōleus* (**cōleum*) zurück[1], das ebenfalls »Hode« bedeutet, aber über dessen Beziehung zu lat. *culleus*, Sack. und griech. κολεός. Scheide. sind wir noch nicht im klaren. so daß immer noch die Möglichkeit eines geschichtlichen Zusammenhangs mit dem semitischen Wort als schwacher Schimmer bleiben mag. — Wiederum scheint allen diesen Wörtern ganz fern zu liegen das kymr. *caill*, bret. *kall*, Hode, insofern es ursprünglich »Stein« bedeutet hat; s. Z. f. rom. Ph. 1901, 245f. — *Kulle*, *kul* (weibl.), Hode, das sich im älteren Neuhochdeutschen und im Holländischen findet, dürfte aus dem Romanischen entlehnt sein (vgl. engl. *cullion*, Hode).

Verwickelter als der Fall von *coglia* ist der eines andern romanischen Wortes: ital. *nuca* usw., Nacken, welches bei Meyer-Lübke 5991 (hier ist N a c h e n verdruckt) dem arab. *nuhha*, Rückenmark. Rücken.

[1] Im Thes. l. lat. 3, 1571, 30 und 4, 1289, 32 ist »it. *coglio*« in »it. *coglia*« zu verbessern, ebenso wie das unmittelbar vorhergehende »val. *coŭi*« bzw. »*coui*« in »val. *coŭi*«.

unterstellt ist. Hiergegen ist zu sagen, daß das arabische Wort, das gemeint ist, nicht so, sondern *muḫa'* lautet und nicht »Rücken«, sondern nur »Rückenmark« bedeutet (auch Gehirn: *muḫā'a*, Schleim, Rotz). Aus lautlichen wie begrifflichen Gründen wäre demnach diese Herleitung abzulehnen, allein zu ihren Gunsten lassen sich die beiden Einwendungen etwas abschwächen[1]. Von derselben Wurzel wie *muḫā'a* gibt es,

[1] Unter den Einwendungen, die gegen die Herleitung von roman. *nuca*$_1$ aus dem Arabischen zu erheben sind, wiegt gewiß nicht am leichtesten die, daß man sich die Art des Übertritts aus dem einen Sprachkreis in den andern nur schwer vorstellen könne. Auch Baist verkennt das nicht; wenn er aber sagt, »*muḫā*« sei »durch allerdings ungewöhnlich starken Druck der Medizin in die romanischen Sprachen eingeführt« worden, so hebt er das Bedenken hervor, statt es abzuschwächen. Daß auch lateinische Wörter für Körperteile in unsern Sprachen einen gewissen Grad von Volkstümlichkeit erlangt haben (der merkwürdigste Fall ist wohl franz. *crâne* von einem angeblich lateinischen, doch aus dem Altertum nicht bezeugten *cranium*), kann hier nicht geltend gemacht werden. Ich gestatte mir, einen Gegenfall vorzuführen, der eben wieder in mein Sehfeld geraten ist. Von einem arabischen Worte, welches ebenfalls dem Medizinerkreis angehört, hat man schon vor längerer Zeit angenommen, daß es sich in europäischen Sprachen festgesetzt habe; Zweifel daran sind aufgetaucht, aber sie werden behoben durch die Erkenntnis, wie sich der Übertritt vollzogen hat. Es handelt sich um das Wort *ribes* Johannisbeere, auf das ganz neuerdings P. Kretschmer, Wortgeographie 243 f. (bes. Anm. 11) wiederum die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Ich halte für richtig (doch nicht für vollständig), was M. Devic im Littréschen Ergänzungsband (1877) unter *ribes* sagt. Bald darauf (1888) bemerkte A. de Candolle, Or. des plantes cult. 221: « Le nom générique *Ribes* a donné lieu à d'autres erreurs. On avait cru reconnaître une plante appelée ainsi par les Arabes; mais ce mot vient plutôt d'un nom très répandu dans le nord pour le Groseillier, *Ribs* en danois, *Risp* et *Resp* en suédois.» Unabhängig davon bezweifelt Kretschmer zunächst überhaupt das Vorhandensein eines arabischen Wortes *rībās*; wo es bezeugt sei? Devic führt eine Stelle aus Razi (9. Jahrhundert) an; am bekanntesten ist die bei Ibn-el-Beiṭār (13. Jahrhundert N. 1054 in der Ausgabe von Leclerc), etwas älter ist die bei Serapion (JA. '05 II, 68 N. 418). Die damit gemeinte Pflanze ist — man darf sagen: natürlich — nicht der Johannisbeerstrauch, sondern der dornige Rhabarber, rheum ribes L. Am ebengenannten Ort S. 69 sagt P. Guigues: « Le rob et le sirop de ribès remplacent le sirop de rhubarbe [gew. Rhabarber, arab. *rāuand*] comme laxatif. On a confondu autrefois le ribès des Arabes avec le groseiller Ribes rubrum L.» Wie ist aber diese Verwirrung entstanden, von der die Benennung *rheum ribes* erst die Folge ist? Nun, durch ein ähnliches »remplacement« wie das erwähnte. E. Rolland, Flore pop. 6, 77 Anm. sagt: « Le mot *ribes* a été employé par les pharmaciens européens de la Renaissance, probablement parce que la *groseille à grappes* était un succédané de la rhubarbe » [vgl. *ribes Arabum*, ebenda]. Eine Parallele dazu bietet der französische Name der schwarzen Johannisbeere (ebenda 88): « Le mot *cassi* vient de ce que cette plante a servi de succédané à la *cassia* plante pharmaceutique orientale. Voyez J. Camus, Livre d'heures p. 25.» Ich setze voraus, daß seitens der Arzneigeschichte kein Einspruch erhoben wird, erhoffe vielmehr nähere Bestätigungen von ihr. Bei den »Arabisten« muß das Wort noch die arabische Bedeutung gehabt haben, so bei dem obenerwähnten Matthaeus Silvaticus und seinem älteren Zeitgenossen Simon Genuensis (*ripen* nascitur in monte Libani ... Langkavel, Bot. der sp. Griechen 24). Ebenso in den italienischen Übersetzungen, wie der des Mesue (8./9. Jahrhundert), der ich bei Tommaseo und Bellini die Worte entnommen finde: »il rob di mortine si fa come il rob di ribes«. Im 15. Jahrhundert dürfte die neue Bedeutung aufgekommen sein;

nach einer recht seltenen Bildungsweise, ein anderes Wort: *nauḫāʿa*, Nacken; es ist von Bocthor gebucht, Dozy und Wahrmund haben es ihm entnommen, der letztere bezeichnet es als ägyptisch, wohl deshalb, weil Bocthor ein Ägypter war — in andern Quellen des ägyptischen Arabisch habe ich es nicht entdeckt. Ich glaube, daß man vorderhand von diesem Worte abzusehen hat, wie man es bisher in unserer Frage ganz übersehen hat[1]. Ein *nūhha*, d. h. ein Wort mit langem *ū* und mit *hh* (das ja, nach altväterischer Schreibweise, das arab. ح, nicht خ = *ḫ* oder *ẖ* wiedergibt), ist überhaupt nicht vorhanden, wohl aber ein *nucha*, doch dieses ist nicht arabisch, sondern mittellateinisch, von den »Arabisten« gebraucht. Diez, Körting, Zauner u. a. haben es für

aber noch Anguillara (gest. 1570) zeigt eine gewisse Verwirrung: »Il *Ribes* non conosco, e quelle piante, che per *Ribes* si dimostrano, non si confanno al detto di Serapione, se per avventura non volessimo dire, che il testo sia scorretto« (Langkavel a. a. O.). Daß im Arabischen selbst *rībās* (mit der Imala: *rībēs*) zu der Bedeutung »Johannisbeere« (oder »-strauch«) gelangt sein sollte, scheint mir vorderhand, trotz der in Dozys Supplément angeführten Zeugnisse von Humbert und Berggren, aus pflanzengeographischen Gründen nicht glaublich. *Ribes* ist volkstümlich in Italien, wenigstens im nördlichen und mittleren: in Frankreich kommt es in einer volkstümlichen Form vor: *ribette*. Auf germanischem Boden hat es sich weit ausgebreitet, aber über zwei ganz getrennte Gebiete — wodurch schon die Annahme heimischen Ursprungs ausgeschlossen wird —, über Österreich und über Dänemark mit Holstein und Südschweden. Zu guter Letzt stellt sich mir eine bisher unbeachtete Wortform in den Weg: kymr. *rhyf* Pl. *rhyfion*, *rhyfon* (*f* = *v*) Johannisbeere. Hieraus ließe sich, wären den Römern die Johannisbeeren bekannt gewesen, ein **rĭbus* herstellen; so dürften wir höchstens an *rŭbus* Brombeere denken, das die neue Bedeutung (mit Anlehnung an *rŭber*) annahm, während es in der alten durch *rŭmex* vertreten wurde. Zu dem Plural von **rhwf* hätte sich ein neuer Singular gebildet (vgl. *ffwrn ffyrnan*, *llwss llyson* usw.). Im Hinblick auf die obigen Ausführungen aber wird wohl nichts anderes übrigbleiben, als in *rhyf* das einer vermeintlichen Pluralendung entkleidete *ribes* zu sehen; nur liegen hierbei noch einige Schwierigkeiten vor.

[1] Die ungenaue Umschrift arabischer Wörter beeinträchtigt immer die Erkenntnis ihrer lautlichen Beziehung zu den von ihnen abgeleiteten romanischen, stellt aber auch öfter, als man meint, die Richtigkeit dieser Herleitung selbst in Frage. — Meyer-Lübke 432 hat span. *amarillo*, gelb, unter arab. *amrâ*, weißlich; er folgt hierin Baist, nur daß dieser *âmra'* schreibt. Beide Schreibungen sind unrichtig; es muß stehen *amrah* — der dritte Wurzelkonsonant ist *h*. Nun kann man ja meinen, der Unterschied zwischen *-ah* und *-a* sei nicht groß; allein das Bedenken springt anderswo hervor. Die Adjektive, die eine Farbe bezeichnen, ebenso wie eine Reihe anderer und wie die Elative, unterscheiden sich im Geschlecht so: männl. $aK_1K_2aK_3$, weibl. $K_1aK_2K_3a$ (klass. *-ā'*), und zwar steht die weibliche Form in festem Verband mit den übrigen Bildungen von demselben Stamm, so daß sie bei der Übernahme des Wortes in eine fremde Sprache die maßgebende Rolle spielt. So ergibt *azraq*, weibl. *zarqa* hellblau, hellblauäugig: span. *zarco*, *zarca*. Meyer-Lübke 9601 hätte, wie Diez es getan hat, arab. *zarqa*, nicht *zarka* schreiben sollen. Das *q*, nicht das *k*, tritt in maghrebischer Aussprache großenteils als *g* auf: *zarga*, daher mit Umordnung: span. *gazzo*, *-a* (die Grundlage des Wortes ist nicht, wie bei Meyer-Lübke 619 angegeben wird, *garza* Reiher; höchstens hat das Wort für »hellblau« sich daran angelehnt). Von arab. *amrah*, weibl. *marha* erwarten wir span. **marfo*, *marfa*: das *a-* macht weniger Schwierigkeit (vgl. span. *amusco*, *musco* braun).

arabisch genommen oder gegeben; richtig schreibt Baist, Rom. Forsch. 4 (1891), 354: mlat. *nucha* = arab. *nuḫā'*. Aber er berührt das Begriffliche mit keiner Silbe: auch Gonçálvez Viana, Apostilas 2 (1906), 190 tut das nicht, der gleichfalls annimmt, das arabische Wort sei erst zu *nucha* latinisiert und dann im Portugiesischen wie *nuca* ausgesprochen worden. Aber nicht um einen einzigen »termo de anatomia« handelt es sich; und nicht die Romanisten, sondern der ebengenannte Anatom Hyrtl führt uns auf den richtigen Weg, wenngleich nicht zum Ziel, wohin er ja auch uns gar nicht führen will. Hyrtl sagt 188: »Rückenmark und Nacken wird niemand miteinander verwechseln.« Zweifellos ist ferner, daß das erstere schon früh mit seinem arabischen Worte von den westeuropäischen Ärzten bezeichnet wurde: Konstantin der Afrikaner (11. Jahrhundert) gebraucht *nucha* öfter so (und einmal setzt er hinzu: »medullae lingua arabica vocantur *nucha*«), desgleichen Kaiser Friedrich II., Mundinus (14. Jahrhundert), die Übersetzer des Rases, des Avicenna usw. Unmittelbar daher stammt das gleichbedeutende *nuche*, *nuque* französischer Ärzte des 14. bis 16. Jahrhunderts. Und schon Dante hatte fachmännisch den Nacken beschrieben: »la 've 'l cervel s'aggiunge colla *nuca*«, d. h. die Stelle, unter der die Verbindung zwischen Gehirn und Rückenmark liegt (vgl. a cerebro oritur nucha — nucha a cerebro descendit — nucha procedit a cerebro u. ä.). Wenn Dante hier mit *nuca*, wie im Deutschen übersetzt worden ist, den Nacken gemeint hätte, so würde er nicht *cervello*, sondern *cranio* gesagt haben, so wie sein Mantuaner Zeitgenosse Matthaeus Silvaticus: »ubi collum craneo iungitur« (vgl. auch *alhacham* [Nacken; s. unten] locus ubi collum iungitur capiti, Andreas Bell. bei Hyrtl 190). Ein Bologneser Zeitgenosse Dantes, Petrus de Crescentiis gebraucht in seinem »Liber Ruralium Commodorum« das Wort in dem besagten Sinn: »medullae in plantis sunt sicut *nucha* in animalibus« (Buch 11, Kap. 15), und die nach dem 14. Jahrhundert angehörige toskanische Übersetzung lautet hier: »Le midolle son nelle piante, sì come la *nuca* negli animali.« Das provenzalische Elucidari, das aus demselben Jahrhundert stammt, bestätigt *nucha* als ärztlichen Fachausdruck: »mezolh de la 'squina dit *nucha* pels phisicias«. Dadurch werden wir verhindert, die Überschrift: »sobre la *nuca* o servitz« mißzuverstehen; *servitz* hat hier die Bedeutung von *cervel* (vgl. Raynouard 2, 386, wo freilich für diese Bedeutung auch unpassende Beispiele gegeben sind). Ein lateinisches oder romanisches *nuc(h)a*, Nacken, vermag ich aus dem Mittelalter nicht zu belegen. Hoffentlich wird niemand sich auf den zweiten Vers aus Dante berufen, der bei DG. unter *Nucha* angeführt wird: »Che 'l sol vagheggia hor da coppa, hor da Nuca.« Der Vers lautet richtig: ... hor da coppa, hor da ciglio«, eine zu »da coppa« an den Rand

gesetzte Glosse »o da nuca« hat das Reimwort verdrängt. Nun liegt es allerdings nahe, anzunehmen, daß auch in diesem wie in manchen andern Fällen die Benennung eines Körperteils auf einen benachbarten übergesprungen sei. Dagegen ist aber einzuwenden, daß *nucha*, Rückenmark, im Romanischen ein ganz unvolkstümliches und vereinzeltes Wort ist, aus dem sich ein volkstümliches, weit verbreitetes *nuca*, Nacken, nicht entwickeln, das vielmehr erst durch die Gunst dieses seines Namensvetters in eine Dichterstelle eingeführt werden konnte. In der Tat beruht in der Bedeutung »Nacken«, umgekehrt wie bei der andern, das mittellateinische Wort auf dem romanischen; beide Wortpaare laufen nicht nebeneinander her, sondern kreuzen sich. Es wäre eine symmetrische Ausgestaltung dieser Verwandtschaftsverhältnisse denkbar, wenn sich ebenso wie an *nucha*₁ das arab. *nuḫāʿa*, rückwärts an *nuca*₂ das arab. *nuqra*, Nacken, anschlösse (eig. Nackengrube = *nuqrat er-raqaba*). Auf das letzte haben meines Entsinnens die Romanisten noch nicht hingewiesen. Es lebt ebenfalls bei den Arabisten: *nucra* oder *nocra*, so *nucrati* Matthaeus Silvaticus (es ist das ein weiblicher Genitiv des klassischen Arabisch, wie wir deren in solchen Schriften häufig begegnen: *almocati*, *alcomnati* usw.; zu ergänzen ist »locus«), *alnocrati*, *alnotrati* Übersetzungen von Albukasis (HYRTL 60), *nocra* Berengarius Carpensis (16. Jahrhundert, HYRTL 189). »Aus dieser *Nuqrah* oder *Nocra* ist *Nucha* (Nacken) geschaffen worden«, sagt HYRTL. Das ist nicht ganz richtig und nicht ganz falsch: dabei muß in Anschlag gebracht werden, daß *nucha*, Nacken, erst einem sehr späten Latein angehört. HYRTL 188 führt nur die Kunstausdrücke *luxatio nuchae* und *vesicans ad nucham* an, und für jenen als Gewährsmann den deutschen Arzt Mauchart (18. Jahrhundert). Das oben gelegentlich mitausgehobene *alhacham* scheint mit dem *alchadam* des Berengarius (HYRTL 189) zusammenzuhängen. Jedenfalls war man des guten Glaubens, mit *nucha* das alte *nocra* fortzusetzen (*nucrati* liest man bei DC. zu *nukati* verbessert): man vermengte beides oder man wies *nucha* die neue Bedeutung zu (bei Berengarius finden wir noch *nucha*, Rückenmark, neben *nocra*, Nacken). Man könnte vielleicht auch von einer Latinisierung des ital. *nuca* reden, das mit einem altertümelnden *h* verschönert worden wäre; die Hauptsache ist, daß das mittellateinische oder das romanische Wort für »Nacken« nicht auf arab. *nuqra* zurückgeführt werde. Wie ich mir den verwandtschaftlichen Zusammenhang der besprochenen Formen vorstelle, so stelle ich ihn hier aufs kürzeste dar:

arab. *nuḫāʿa* →	mlat. *nucha*₁ →	rom. *nuca* (*nuque*)₂	Rückenmark,
	↓	↑	
	*nucha*₂ ←	*nuca* (*nuque*)₁	} Nacken.
	↑		
nuqra →	*nucra*		

Ich darf wohl die Zurückweisung des arabischen Ursprungs von roman. *nuca* abbrechen, ohne den Nachweis seines wirklichen Ursprungs anzubrechen. Die Auswahl unter keltischem, lateinischem, germanischem Sprachgut ist fast zu groß; auch von romanischem selbst ist noch nicht alles zusammengetragen worden. So ist z. B. zu ital. *nocca*, Knöchel (nach Meyer-Lübke 5947 aus *noccola* abgezogen, von *nōdulus*), noch port. *noco*, Fingergelenk (Cortesão, Subsidios 152), zu stellen und zu pleb.-port. *nucha*, Nacken (Madureira Feijó, Orthographia [1734—1861], 374; Fr. L. do Monte Carmelo, Compendio de Orthografia [1767], 648), das mdl.-span. *desnuclar* neben span. port. *desnucar* (vgl. ital. *dinoccolare, dinoccare*), das Genick brechen. Kurz, es wird ein gutes Stück von fest Gepflastertem wiederaufgerissen werden müssen.

Die romanischen Benennungen der Milz bieten für die Erklärung recht verschiedenartige Schwierigkeiten. Wir wissen nicht, weshalb das alte *splen* in so weitem Umfang dem deutschen Milz gewichen ist, und ebensowenig, warum gerade in Südfrankreich das gall. **bistlos* verharrte. Wenn der Sprachforscher Merkmale angeben sollte, nach denen die Milz in passender, aber zugleich volkstümlicher Weise zu benennen wäre, so würde er sich in ebensogroßer Verlegenheit befinden wie der Mediziner, wenn er angeben sollte, welche Leistung der Milz obliegt. So ist es denn nicht zu verwundern, daß der Weg, den die meisten Neubezeichnungen der Milz hinter sich haben, für uns noch ein recht dunkler ist.

Für franz. *rate*, Milz, gibt es zwei Deutungen, von denen vorderhand die eine so gut wie die andere ein Fragezeichen verdiente: die als Ratte (Maus) und die als (Honig-)Wabe. Die erste, zu der sich Meyer-Lübke 7054 bekennt[1], läßt sich vom begrifflichen Standpunkt schwer rechtfertigen. Die Bezeichnung eines hervorspringenden Muskels oder eines Kinderzahns als Ratte, Maus legt für die einer Drüse keinerlei Zeugnis ab; die Möglichkeit jedoch, daß die Ratte wegen ihrer Farbe ins Spiel komme, ist, wie ein anderer Fall zeigen wird, nicht ausgeschlossen. Der zweiten Herleitung, der aus dem Niederländischen, schiebt Meyer-Lübke a. a. O. einen lautgesetzlichen Riegel vor, der aber

[1] Vielleicht hat ihn hierzu das Vorhandensein des Wortes im Friaulischen mitbestimmt. Diez, Horning, Zauner usw. führen es so nicht an; es findet sich aber im Wörterbuch Pironas, und zwar an verschiedenen Stellen, neben *smilze, splenze*; das wenig ältere von Scala hat es nicht, allerdings ebensowenig *splenze*. — Da *rate* als Name des Tieres dem Friaulischen fremd ist, so vermute ich, daß *rate*, Milz, auf irgendeinem Wege aus Frankreich nach dem Friaul gelangt ist. Tatsächliche Auskünfte kann ich mir jetzt nicht verschaffen.

nicht wohl angebracht ist: »franz. *rate*, Milz, zu *rata 7084* DIEZ, Wb. 665 ist lautlich nicht möglich.« DIEZ spricht nicht von altfränk. *rata*, sondern von niederl. *rate* (im heutigen Holländisch *raat* geschrieben), und auf dieses läßt sich franz. *rate* anstandslos zurückführen (vielleicht das veraltete franz. *ratelle*, Milz, auf ein *honighratel*, Wabe, des älteren Niederländisch; als Diminutiv des Tiernamens scheint nämlich *ratelle* nicht gebraucht worden zu sein). Altfranz. *rée*, Honigwabe, steht dem *rate*, Milz, so wenig im Wege wie im Hochdeutschen Honigrose, Honigroß, Honigrost einem Honigrat. Für mich liegt das Bedenken wegen *rate*, Milz | Wabe, an einer Stelle, wo man es meines Wissens noch nicht gesucht hat: an der geographischen Grenze. Beim Wechsel der Grenze würde das Wort auch die Bedeutung gewechselt haben, und das geht nicht an: es muß entweder auf dem germanischen oder auf dem romanischen Gebiete beide Bedeutungen zugleich besessen haben, und davon haben wir noch keine Spur. Der Bedeutungswandel an sich ist keineswegs so unwahrscheinlich, wie man angenommen hat: ganz Augenfälliges darf man ja hier überhaupt nicht erwarten. Leicht allerdings begreift es sich, daß im Italienischen der Blättermagen der Wiederkäuer u. a. den Namen »Honigwabe«, *favo*, führt (s. BOERIO Diz. ven. u. *Rumegàl*). Ein Gegenstück zu diesem *rate* hatte ich in madj. *lép*, Wabe und Milz, zu sehen gemeint (Baskisch und Romanisch 46), aber den Wert dieser Entdeckung durch den Zusatz abgeschwächt, daß die zweite Bedeutung des Wortes in den ugrischen Sprachen die verbreitetere, also wohl auch die ältere sei. Ich sage: abgeschwächt, nicht aufgehoben; denn ich gestehe, die Zurückführung von diesem *lép* auf das ebenfalls madj. *lép*, Vogelleim, das aus dem Slawischen entlehnt ist, überzeugt mich nicht — das Kleben dünkt mich kein ansprechender Vergleichungspunkt. *Lép* deckt sich eher, wohl auch in seiner ursprünglichen Bedeutung mit unserem Wabe (Gewebe), da es ja die Ergänzung neben sich zu haben pflegt: *mézes lép*, *mézlép* (Honig-). So könnte immerhin *lép*, Milz, mit *lép*, Wabe, an derselben Wurzel sitzen. Ebenda hatte ich auf den Gleichlaut (*barc*, *barhe*, *ba[h]e*) hingewiesen, der in einer der baskischen Mundarten zwischen »Milz« und »Sieb«, in den andern zwischen »Milz« und »Schnecke« besteht. Obwohl die letztere Übereinstimmung schwerer ins Gewicht fällt, sei wegen der erstern doch daran erinnert, daß im Irischen die Honigwabe *criathar meala*, *riobhar meala*, Honigsieb, heißt. Sichrere, wenn auch verstecktere Spuren solches begrifflichen Zusammenhanges bieten sich uns in Wortmischungen dar. Das Südfranzösische läßt in zufälliger Ähnlichkeit *bescle*, *blesque*, Milz, und *bresco*, Wabe, zusammenstoßen; wenn *bęusso*, *bedousso* hier neben *męusso*, Milz, auftreten, so erklärt sich das *b-* genügend aus *bescle*, die Quelle des *-d-* aber werden

wir in *boudousclo*, Wabe, *boudousco*, Honighefe, suchen müssen, das mit *bresco* zwar nicht stammverwandt, wohl aber davon im Auslaut beeinflußt sein wird. Im Venetischen und Ladinischen hat sich *splen*, *splena* an *milza* oder vielmehr an *minza* (so in ital. Mdd. mit *-n-* für *-l-* wegen *m-*; *minsa* bei Meyer-Lübke 5579 ist Druckfehler) angeglichen: *splenza*, wie die beiden letzten wieder *smilza* ergaben; jenes aber nahm schließlich statt des stimmlosen *z* das stimmhafte auf von *sponza* < *spongia*, Schwamm: *splenza*. Zauner findet diese »Anlehnung nicht gerade wahrscheinlich«: indessen wird hier wohl die Stelle des Elucidari: »melsa es carpa e *spongiosa*« beweiskräftig genug sein, die Diez zugunsten von *rate* = »Honigroße« anführt. Meyer-Lübke 8164 sagt, *splendza* sei unverständlich; noch unverständlicher aber *spleka* in Mdd. des gleichen Gebietes. Dieses ist ein keltisches Überlebsel < *spelgha*, ir. *selg*, bret. *felc'h*: ich glaubte es entdeckt zu haben, als ich bemerkte, daß schon vor einem Jahrzehnt H. Petersson, Idg. Forsch. **23**, 160, so wenigstens vermutet hatte. Das auffällige Verhältnis *e* : *i* in den romanischen Vertretern des deutschen Milz wird sich am leichtesten aus einer Einmischung des lat. *mel* erklären lassen: man halte nur südfranz. *mẹlso*, *mẹusso*, *mialso*, Milz, zu *mẹl*, *mẹu*, *mial*, Honig, von welchem ital. *milza* usw. unberührt blieb. Vielleicht stand schon ein got. **milti* zu dem *miliþ*, Honig, derselben Sprache in Beziehung. In den meisten germanischen Sprachen, von der hochdeutschen abgesehen, bedeutet das unserem Milz entsprechende Wort auch »Fischmilch«. Ob und wie diese Punkte durch Linien zu verbinden sind, wird sich erst der weiteren Forschung ergeben. — Das südfranz. *melso*, *meusso* hat sich schließlich an Wortmischungen beteiligt, in denen dem andern Teil die Bedeutung verblieben ist: deshalb sind *meusso* und *meuco* bei Meyer-Lübke 5579 unter 5463 *medulla* zu verpflanzen. In *mẹlfo*, Milz, liegt vielleicht ein Lautwandel vor: Angleichung des dentalen Inlautes an den labialen Anlaut (vgl. unser Pilgrim, Pflaume).

Unter den Bezeichnungen der Milz hat man der *rate* als »Ratte« wegen vermeintlicher innern Verwandtschaft das span. *pajarilla*, eig. Vögelchen, am nächsten gerückt. So, nicht *pajarillo*, wie Zauner und Meyer-Lübke haben, lautet das Wort, und findet sich auch, mit anderer Endung, als port. *passarinha* und astur. *paxarineta* (Vigon), während das Galizische zum Spanischen stimmt: *pajarela*. Im Gegensatz zu *bazo*, *baco*, menschliche Milz, bedeutet das Wort die tierische Milz, besonders und meist wohl nur die des Schweins (in Cuveiros, gal. Wtb. wird die Angabe: »especialmente del buey« auf einem Irrtum beruhen). Kaum darf man mit Horning (Z. f. rom. Ph. 1898, 489) sagen, daß es auch für die menschliche Milz gelte, weil es in Redensarten wie *alegrarse la pajarilla* auftrete: da spielt es eine übertragene Rolle, welche

die eigentliche nicht voraussetzt. Aus Kalabrien ist verenzelt *passarica*, Milz, bezeugt; es wird wohl seinerzeit von den Spaniern eingeführt worden sein und sich auch jetzt noch auf die tierische Milz, und zwar die als Speise hergerichtete, beschränken. Als solche geben es ja die portugiesischen Wörterbücher ausdrücklich an (com sua gordura). Ein tieferer Einblick in die Küche der Pyrenäenhalbinsel würde uns alle wünschenswerte Aufklärung gewähren; zu einer Vermutung wenigstens regt uns ein solcher in unsere eigene Küche an. In Österreich und auch sonst in Süddeutschland ist ein Gericht zu Hause, das den Namen Kalbsvögerln führt; vgl. SCHMELLER, Bayer. Wtb.[2] 1, 834: »Kälberne Vögelen (*kälbern Vögl'*. Augsb.). gespicktes Kalbfleisch in Sauce.« Im Steirischen Wortschatz von UNGER u. KHULL sind die »Kalbsvögerln« beschrieben als gehacktes Fleisch, eingerollt in Kalbfleischschnitten, in Tunke oder Brühe aufgetragen[1]. Neben den »Kälbernen Vögerln« kennt das alte berühmte Kochbuch der KATHARINA PRATO (Graz, seit 1858) auch »Leber-Vögerl«; die gemeinsame Herstellungsweise liegt zutage: Schnitzchen mit dazwischengelegtem Speck usw. Man erinnere sich auch des Ausdrucks »Vögelchen« im Sinne von Bäckereien als Umlage eines Gerichtes. So kann es denn ebenso »Vögerln« von Schweinemilz geben oder gegeben haben, obwohl ich sonst von einem derartigen Leckerbissen nichts weiß; der Ausdruck wäre einstmals mit der Sache aus Deutschland nach Spanien gewandert. Oder sind etwa die spanischen *pajarillas* Enkelinnen jener Vögelchen, welche für die Feinschmecker des alten Roms als Füllsel der Schweine dienten? Erinnerungen an den Eber beim Gastmahl des Trimalchio, aus dem man mit protzenhafter Übertreibung lebende Vögel (turdi) hervorfliegen ließ, an den »porcellum farsilem« des Apicius (. . . adicies cerebella cocta, ova cruda, alicam coctam, ius de suo sibi, si fuerit *aucellas* . . .) an den »porcum trojanum« des Macrobius (quem ideo sic vocabant quasi aliis inclusis animalibus gravidum; in H. Junii Nomencl. Augsb. 1629 — bei SCHMELLER a. a. O. — wird übersetzt: »*porcellus trojanus*, ein gebraten Schweinlin mit Vögel gefüllt«)?

Noch verführerischer als »Vögelchen« zu »Ratte«, wäre es, »Krähe zu »Vögelchen« zu stellen, und noch trügerischer. Im Slowenischen besteht für »Milz« neben dem allgemein slawischen *slezena* das in den andern slawischen Sprachen nicht vorhandene *vranica* (auch *vrana*, *vranec*, *vranka*), welches zu *vran*, schwarz, Rabe, *vrana*, Krähe, *vranec*, Rappe, gehört. Es ist früh bezeugt und fast überall im Gebrauch: nur, sagt mir M. MURKO, sei es ihm aus seiner engeren Heimat zwischen Mur

[1] [Wir sagen im Berner Oberland »Chalbervögel«. Vgl. »chälberni Vögeli« im Aarg.; Schweiz. Idiot. I. 692 n. 10]. H. MORF.

und Drau nicht geläufig. Wie schon Miklosich im Etymologischen Wörterbuch bemerkt, rührt diese Bezeichnung der Milz von der dunkleren Farbe her; doch wird es sich dabei noch um irgend Besonderes handeln, die Abstufung einer bestimmten Farbe, die Verbindung verschiedener oder den Schimmer des Ganzen. Und das Gefieder der Krähe, sei es der Raben- oder der Nebelkrähe, mag als Spiegel für die glänzend weißliche Hülle der Milz auf dem dunkeln Hintergrund gedient haben. Das Wort für »Milz«, welches Murko aus seiner Heimat in der Nähe von Pettau und den anstoßenden Gebieten, den Windischen Büheln und dem Murfeld kennt, ist *mrena*; es ist das lat. *membrana* und bedeutet eigentlich »Häutchen«, nach Pleteršnik auch »Zwerchfell« (Janežič[3] gibt dafür *prečna mrena*). Spielt hier etwa der Anklang von *mrena* an *vrana* mit? Diese beiden Gleichungen: »Milz« } »Zwerchfell« und »Milz« } »Krähe« erscheinen verschmolzen zu der Gleichung: »Zwerchfell« } »Krähe«, die sich außerhalb des slowenischen Bodens und nicht einmal in seiner unmittelbaren Nachbarschaft findet. Von einem sachkundigen, aber nicht sprachbewanderten Oberösterreicher erfuhr ich zufällig, daß in seiner Heimat das Zwerchfell des Schlachtviehs *Krāfleisch* heiße. Das wird durch den Linzer M. Höfer bestätigt, welcher in seinem Etymologischen Wörterbuch von 1815 bemerkt (2, 163): »Das Kranfleisch. Bey den Schlächtern, jenes dünnlappige Fleisch, welches inner dem Netze, rings um die Ingeweide herum, in dem Körper des Schlachtviehes herabhanget. Daher wird selbes auch Netzfleisch, und wegen seiner verborgenen Lage, Diebsfleisch genennet. Bisweilen wird auch jenes mürbe und fette Fleisch, welches sich am Ende des Magens befindet, wo die kleinen Därme ihren Anfang nehmen, unter dem Namen Kranfleisch verstanden« (es folgt eine ganz unmögliche Herleitung). K. Zwierzina, der mir diese Stelle freundlichst ausschrieb, gab mir auch einen wertvollen Hinweis auf das Schweizerische Idiotikon: hier wird Chräjen-Fleisch, auch kurzweg Chräje, Zwerchfell, gebucht, sowie Krehe von anderswo angeführt.

Die Milz wird aber auch ohne Dazwischenkunft eines Tieres (wie der Krähe oder, wenn man will, der Ratte) nach ihrer Färbung benannt und sogar nach der schwarzen Farbe schlechtweg. Das befremdet deshalb, weil der nächste Vergleichsgegenstand, die Leber (in manchen Sprachen heißt die Milz »kleine Leber«), ihr im allgemeinen an Dunkelheit nichts nachgibt, wie sie ja auch öfter als »schwarze Leber« von der Lunge als »weißer Leber« unterschieden wird (Zauner 156. 170). Im Gaelischen wird die Milz als »Schwarzgraues« bezeichnet: *dubhliath*, im Kymrischen als »Schwarzes« (*du* schwarz mit dem Suffix *-eg* wie in *cymraeg* Kymrisch usw.): *dueg*, auch *dwyeg* (zu *dwy* zwei), bei welcher Gelegenheit ich die nähere Erforschung der andern kymrischen

Ausdrücke empfehle: *y boten ludw* (Aschenmagen), *cleddyf y biswail* (Düngerschwert), *cleddyf y boten* (Magenschwert), *cleddyf Bleddyn* u. ä.

Im Arabischen gehört *ṭiḥal*, Pl. *ṭuḥul*, Milz (syr. *ṭḥolo* dass.), im Pl. auch (in der neueren Sprache) Kohlenstaub, Satz, Hefe (äg.-ar. *ṭiḥl*, Kaffeesatz), zu *ṭaḥil*, schwarz, trüb (vom Wasser mit Moos; vom Wein), hellgrau (von der Krähe), aschfarben, *aṭḥal*, trüb, schwarzgrau, schwarzgrün, schmutzfarbig, milzfarben, *ṭāḥil*, trübe, übelfarbig. N. Rhodokanakis macht mich noch auf äth. *ṭáḥil*, Hefe, Bodensatz, aufmerksam.

Diesem arabischen Fall gesellt sich eng der folgende spanisch-portugiesische zu:

> *bazo, baço*, Milz;
>
> *bazo*, dunkelbraun, schwärzlichbraun (*pan bazo* Schwarzbrot); *baço*, braun, kastanienbraun; dunkel, brünett, schwarzbraun (von der Haut); matt, trübe, glanzlos (vom Glase) (= *embaciado*); *ficar baço*, sich entfärben, bleich werden (= *embaçar*). — [Dies wörtlich nach H. Michaelis.]

Daß die Farbe das ist, was Adjektiv und Substantiv verbindet, leuchtet sofort ein; dazu benötigen wir das Arabische nicht. Doch wird uns dieses in der Annahme bestärken, daß das Substantiv auf dem Adjektiv beruht und nicht umgekehrt (obwohl ja »milzfarbig« oder das »Aussehen eines Milzsüchtigen habend« an sich ebenfalls eine Brücke bilden könnte), und vielleicht uns zu der Vermutung anregen, daß das Arabische auch das geschichtliche Vorbild der innern Wortform geliefert hat. Die Romanisten haben, soviel ich wahrnehme, das Nebeneinander der beiden Wörter *bazo* ganz außer acht gelassen, sei es, daß sie sie für ein einziges Wort, sei es, daß sie sie für völlig verschieden gehalten haben — das eine wie das andere mußte ausdrücklich gesagt werden. Diez erwähnt das Adjektiv unter *bigio* I, hat das Substantiv als eigenen Artikel II b (Zauner folgt ihm, indem er altfranz. *basche* dazustellt); Körting berührt nur das Substantiv; Meyer-Lübke hat im Wortverzeichnis *bazo* 1114, aber das führt zu keinem Ziel, berührt wird das Adjektiv u. 1200. Vollständig wird die Angelegenheit erst geklärt sein, wenn wir die Herkunft des Adjektivs festgestellt haben. Ich denke nicht an bask. *beltz*, schwarz, das allerdings in einer, der bizk. Md., als *baltz* erscheint; aber ebensowenig an *badius*, trotz Menéndez Pidal Gram.[2] 92 f., und noch weniger an **bombacius*, das auch Meyer-Lübke als zweifelhaft ansieht. Eher noch würde ich, wenn Enthauptungen in Frage kämen, an ein begrifflich besser passendes **corbaceus* denken, das im südfranz. *courbas* u. ä. (span.-arab. *qorbaç*), Rabe, fortlebt. Diejenige Herleitung, die mich in jeder Hinsicht befriedigt, finde ich bei Gonçálvez Viana, Apostilas I (1906), 173

ganz kurz angegeben: »port. *baço*, catalão *ubach*, opacium, opacum«. Sie stammt wohl schon aus früherer Zeit: doch kann ich mich nicht entsinnen, sonstwo auf sie gestoßen zu sein. Es wundert mich, daß Flechia bei seiner starken Ausweitung des Diezschen Artikels *bacio* IIa neben *opacus*, **opacivus*, **opacinus*, **opacinius*, **opacaceus* keinen Platz für **opacius* oder **opaceus* (vgl. *caeruleus* neben *caerulus*, *russeus* neben *russus* u. a.) gefunden hat. Das eine wie das andere *bazo* vermissen wir also bei Meyer-Lübke unter 6069.

Ich habe nicht alle bisher bekannten romanischen Benennungen der Milz vorgenommen und auch nicht vornehmen wollen: ich wollte nur an Beispielen aus einem solch eng umschriebenen Kreis die Mannigfaltigkeit der methodischen Erfordernisse erläutern, mit andern Worten zeigen, welche Handhaben eine Sache darbietet, um sich ergreifen zu lassen, welche Hände die Sprache besitzt, um sie zu ergreifen.

Ausgegeben am 8. März.

1917.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

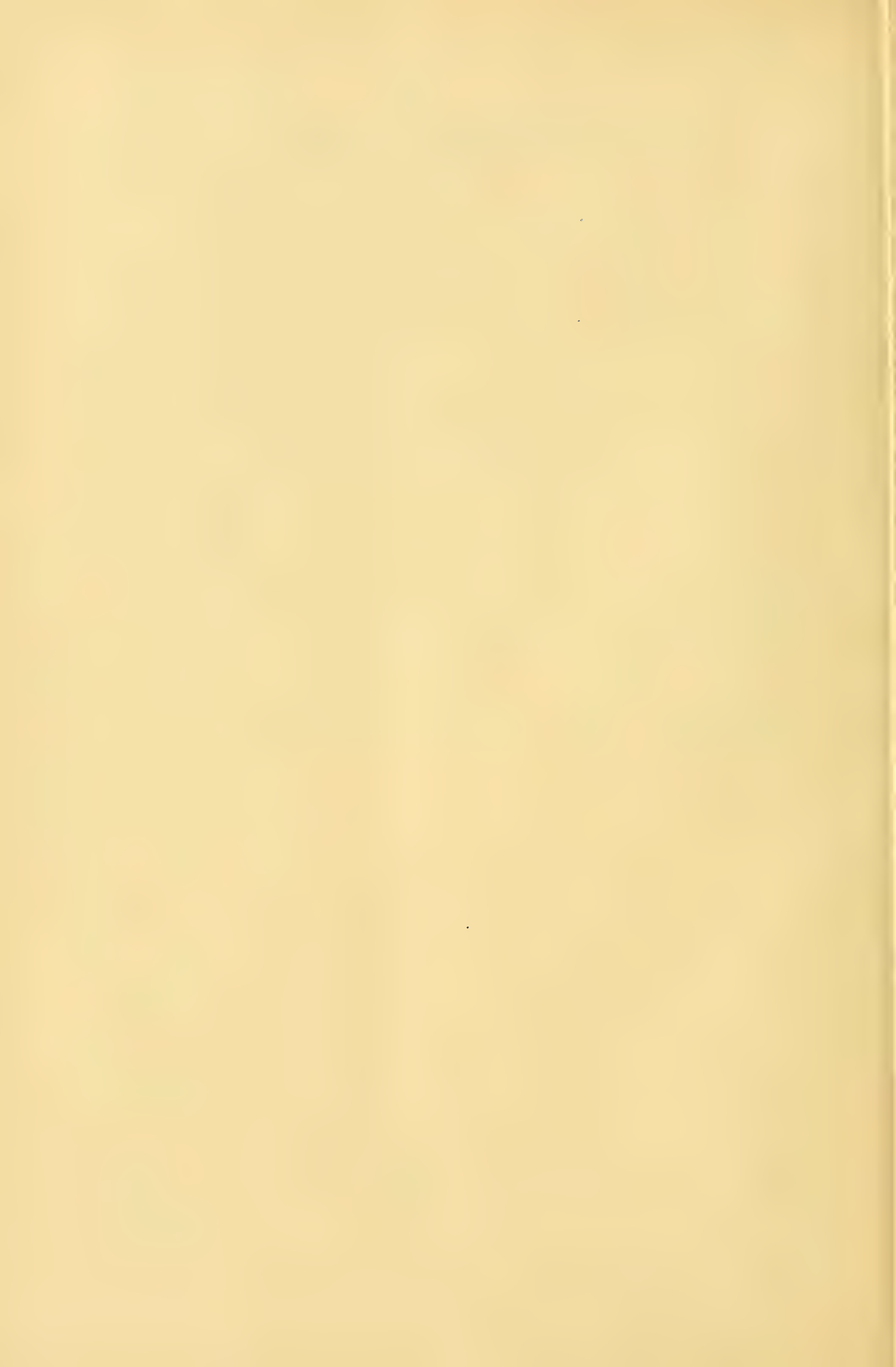
Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Lüders las: Eine arische Anschauung über den Vertragsbruch. (Ersch. später.)

Es wird gezeigt, daß sich der Spruch Manu 8, 97—99 ursprünglich nicht auf den falschen Zeugen, sondern auf den vertragsbrüchigen König bezieht. Mit den in Vendīdād 4, 2 ff. enthaltenen Sätzen über den Vertragsbruch, von denen eine neue Übersetzung versucht wird, stimmt daher jener Spruch viel genauer überein, als man bisher angenommen hat, und die im Indischen und Iranischen zutage tretenden Anschauungen können mit Sicherheit der arischen Zeit zugeschrieben werden.

2. Hr. Schuchhardt überreichte seinen Atlas vorgeschichtlicher Befestigungen in Niedersachsen (Hannover 1888—1916).

Ausgegeben am 8. März.



1917.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

1. Hr. Hellmann sprach »über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre« (II. Mitteilung).

Aus Messungen der Windgeschwindigkeit in fünf verschiedenen Höhen bis zu 258 m über dem Boden wird das Gesetz abgeleitet, daß die Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen sich zueinander verhalten wie die fünften Wurzeln aus diesen Höhen. In 512 m Höhe ist die Geschwindigkeit doppelt so groß als in 16 m. Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit einem Maximum am Nachmittag reicht im Winter nur bis zur Höhe von rund 60 m über dem Erdboden, darüber herrscht der umgekehrte Typus mit einem Maximum in der Nacht. Im Sommer liegt die neutrale Zwischenzone erheblich höher, wahrscheinlich bei 300 m.

2. Hr. Hellmann sprach sodann »über die angebliche Zunahme der Blitzgefahr«.

Die seit 1869 oft wiederholte Behauptung von der Zunahme der Blitzgefahr bestätigt sich nicht. Weder die Zahl der Gewitter noch die der vom Blitz getöteten Personen hat zugenommen.

3. Hr. Struve legte eine Abhandlung der HH. Prof. Dr. Paul Guthnick und Dr. Richard Prager in Berlin-Babelsberg vor: »Untersuchung des Lichtwechsels von β Lyrae auf Grund lichtelektrischer Messungen«. (Ersch. später.)

Die vorliegende Beobachtungsreihe von β Lyrae, welche während der Jahre 1913—1916 am 12 zölligen Refraktor der Babelsberger Sternwarte ausgeführt worden ist, läßt die hohe Genauigkeit photometrischer Messungen mit lichtelektrischen Zellen erkennen und bildet eine wertvolle Grundlage zu weiteren Untersuchungen über den Lichtwechsel dieses interessanten spektroskopischen Doppelsterns.

Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre.

Von G. Hellmann.

Zweite Mitteilung.

I.

Die in der ersten Mitteilung bereits erwähnte Vervollständigung des Windmeßversuchsfeldes auf der Telefunkenstation bei Nauen sollte im Sommer 1914 zur Ausführung kommen. Die dafür in Aussicht genommenen Instrumente wurden auch im Frühjahr 1914 geliefert und sogleich auf dem Meteorologischen Observatorium bei Potsdam geprüft. Geplant hatte ich die Aufstellung folgender Apparate: eines selbstschreibenden Rotationsanemometers auf dem Turm von 120 m Höhe. eines ebensolchen und eines registrierenden Druckanemometers in 250 m. sowie je eines Thermographen auf dem 250 m hohen Turm und an seinem Fuße in 2 m über dem Boden. Die genauere Kenntnis der Temperaturschichtung schien mir nämlich zur richtigen Deutung der Windverhältnisse in dem betrachteten Höhenintervall wichtig zu sein. Da eine tägliche Bedienung des Thermographen in 250 m Höhe große Schwierigkeiten bereiten würde. weil die Besteigung des Turmes nahezu eine Stunde Zeit kostet und bei allen Witterungslagen kaum ausführbar ist, wurde er so eingerichtet. daß die Aufzeichnung nicht auf einer Trommel mit senkrechter Achse erfolgt, sondern auf einer solchen mit horizontaler Achse, so daß das Papier viele Tage hintereinander sich abwickeln kann. Die Prüfung in Potsdam zeigte, daß der Thermograph gerade in diesem Registrierteil noch einige Abänderungen erfahren müßte, ehe er auf die luftige Höhe des Turmes gebracht würde, und ebenso bedurfte das auf dem Prinzip der Pitotschen Röhre beruhende Druckanemometer noch mehrerer Verbesserungen. als der Krieg ausbrach und die volle Ausführung des Planes vereitelte. Ich war froh. daß wenigstens die Rotationsanemometer zur Aufstellung kamen.

Die eisernen Telefunkentürme[1] von 120 und 250 m Höhe sind von den leichten Leitergerüsten mit den Anemometern in 2, 16 und 32 m Höhe etwas weiter entfernt, als diese letzteren voneinander (vgl. die erste Mitteilung S. 418). Es beträgt nämlich der Abstand (16)—(120) = 1030, (16)—(250) = 375 und (120)—(250) = 650 m. Von einer gegenseitigen Störung der Apparate kann bei so großen Entfernungen natürlich keine Rede sein, und wenn es auch das idealste wäre, die Windverhältnisse einer genau vertikalen Schicht zu studieren, so darf man doch annehmen, daß die genannten horizontalen Abstände der Anemometer voneinander keinen merklichen Einfluß in dieser Hinsicht ausüben.

Auf dem Turm von 120 m Höhe wurde zunächst (August 1914) ein Anemograph mit kleinem Schalenkreuz aufgestellt (Achsendurchmesser 150 mm, Schalendurchmesser 41 mm), wie sie in den niedrigeren Aufstellungen seit dem Beginn der Versuche (Dezember 1912) in Tätigkeit waren. Er erwies sich aber den Unbilden der Witterung in dieser Höhe nicht gewachsen, und deshalb wurden, um die strenge Vergleichbarkeit der Aufzeichnungen in den größeren Höhen möglichst zu wahren, auf den Türmen von 120 m und 250 m Höhe kräftiger gebaute Anemometer verwandt: ihr Achsendurchmesser beträgt 480 mm, der Schalendurchmesser 120 mm. Die Bestimmung der Instrumentalkonstanten erfolgte nicht auf dem Rundlauf, gegen den ich bereits in der ersten Mitteilung (S. 415) grundsätzliche Bedenken geäußert habe, sondern durch viele Wochen lang dauernde direkte Vergleiche mit dem Hauptanemometer auf dem Turm des Meteorologischen Observatoriums bei Potsdam. Die daraus abgeleiteten Reduktionsformeln

$$v(120) = 0.91 + 0.1135\,z$$
$$v(250) = 0.98 + 0.1172\,z$$

zeigen eine gute Übereinstimmung. Die Reibungskonstante ist zwar etwas groß, doch hat das bei den hohen Werten der Windgeschwindigkeit in diesen Höhen nicht viel zu bedeuten.

Während bei dem Turm von 120 m Höhe der Registrierapparat unten innerhalb des Eisenaufbaues in einem Zinkblechgehäuse erfolgen konnte, so daß er bequem zugänglich ist, mußte er bei dem Turm von 250 m Höhe auf ein zwischenliegendes Podest in 180 m Höhe gebracht werden, weil dieser Turm in etwa 150 m Höhe durch einen Glaskörper nochmals isoliert ist und die Leitungsdrähte vom Aufnahme- zum Registrierapparat des Anemometers diese Isolierungsstelle nicht überschreiten dürfen. Dadurch wird die Bedienung des Instrumentes natürlich sehr erschwert und sein Funktionieren oftmals gestört, wenn bei Erschütterungen durch Sturm das Uhrpendel stehenbleibt oder das Sperrad für die Abwicklung des Papierstreifens aushakt, so daß der Streifen durchrutscht. Aus solchen und ähnlichen Ursachen, auf die ich hier nicht näher eingehen will, entstanden viele kürzere und längere Unterbrechungen in den Registrierungen, die manchmal vielleicht hätten vermieden oder wenigstens abgekürzt werden können, wenn die mit der Beaufsichtigung der Instrumente beauftragten Beamten der Telefunkenstation, die bald militärisch besetzt wurde, dieser Aufgabe mehr Zeit hätten widmen können. Die Entfernung von Berlin und

[1] Die aus Eisengitterwerk elegant aufgebauten Türme sind ungewöhnlich schlank, weil ihr Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck von kleinen Abmessungen ist. Beim Turm von 120 m hat das Dreieck 2.80 m Seite, beim Turm von 250 m mißt in der unteren Hälfte die Dreiecksseite 5.75 m, in der oberen 3.46 m.

Potsdam ist zu groß, als daß man jedesmal von da aus hätte gleich Abhilfe schaffen können.

Auch bei den niedrigeren Anemometern, die nun schon 4 Jahre in Tätigkeit sind, kamen neuerdings öfters als früher Störungen vor, so daß die Zeitdauer der streng gleichzeitigen Registrierungen in allen fünf Höhen stark eingeschränkt ist. Immerhin reicht sie zur Ableitung einiger neuer Ergebnisse aus. Bevor ich zur Mitteilung derselben übergehe, muß ich aber noch erwähnen, daß sich das Anemometer auf dem 250 m-Turm in Wirklichkeit 258.4 m hoch über dem Erdboden befindet, da zum Zweck der freien Aufstellung der beiden Anemometer und des Thermographen auf der 250 m hohen obersten Plattform des Turmes eine eiserne Unterstützungskonstruktion von 6 m Höhe angebracht wurde, über die das Schalenkreuz 2.4 m hoch hinausragt. Da sich auf dem anderen Turm von 120 m Höhe das Schalenkreuz 3 m über dem Turmende befindet, kann man von allen Anemometern sagen, daß sie wirklich frei aufgestellt sind. Die Höhen der fünf Schalenkreuze über dem Erdboden sind also 2, 16, 32, 123 und 258 m.

2.

Entsprechend der in der ersten Mitteilung befolgten Reihenfolge wäre zunächst die Änderung der Windgeschwindigkeit mit der Höhe zu untersuchen. Diese ließe sich ohne weiteres aus den Mittelwerten der Windgeschwindigkeit für die fünf Höhen ableiten, wenn für alle genau derselbe Beobachtungszeitraum vorläge. Das ist aber nicht der Fall. Nun könnte man unter Beachtung der Lücken wenigstens die genau gleichzeitigen Stundenwerte dazu benutzen. Da sich aber zeigte, daß wegen der in den größeren Höhen abweichenden täglichen Periode die Tageszeit einen erheblichen Einfluß auf die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ausübt, und da ferner keine Gewähr dafür vorhanden ist, daß in dieser Beziehung ein Ausgleich zwischen fehlenden Tag- und Nachtstunden eintritt, habe ich es für richtiger gehalten, die Änderung mit der Höhe nur mittels der Registrierungen derjenigen Tage zu untersuchen, für die alle 24 Stundenmittel vorliegen, d. h. aus dem Material, das zur Ableitung der täglichen Periode dient. Darum geht diese voraus.

Die Aufzeichnungen von Dezember 1912 bis August 1916 reichen aus, um für die Höhen 2, 16 und 32 m den täglichen Gang in den einzelnen Monaten zu berechnen (Tabellen 1—3). Dagegen mußte bei den Höhen 123 und 258 m der Ausweg gewählt werden, daß aus den Mittelwerten der Tage, an denen in 123 und 32 m, bzw. in 258 und 32 m vollständige Registrierungen vorliegen, die Quotienten 123 : 32 bzw. 258 : 32 gebildet wurden, mit deren Hilfe sodann eine Reduktion auf die normalen Stundenwerte in 32 m erfolgte. Dieses Verfahren ließ sich aber wegen der kleinen Zahl gemeinsamer Tage mit ganz vollständigen Aufzeichnungen nicht für die einzelnen Monate mit Erfolg durchführen, sondern nur für die warme und die kalte Jahreshälfte sowie für das ganze Jahr. Die erhaltenen Zahlenwerte

Tabelle 1.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps) auf der Telefunkenstation bei Nauen in 2 m über dem Erdboden (1912—1916).

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0—1ª	3.82	3.09	3.64	2.30	2.26	1.61*	2.09	1.72	2.30	2.52	3.66	3.98
1—2	3.78	2.99	3.57	2.22	2.24	1.72	2.11	1.71	2.22	2.55	3.58	3.92
2—3	3.80	2.90	3.60	2.20*	2.15	1.81	2.17	1.70*	2.16	2.52	3.52	3.90
3—4	3.86	2.88	3.51*	2.21	2.07*	2.02	2.12	1.74	2.16*	2.51	3.51	4.04
4—5	3.96	2.92	3.52	2.25	2.12	1.92	2.21	1.78	2.16	2.43*	3.48	4.13
5—6	4.05	3.02	3.65	2.30	2.36	2.27	2.50	1.80	2.22	2.47	3.50	4.24
6—7	3.96	3.03	3.74	2.72	2.89	2.74	3.04	2.14	2.34	2.52	3.40*	4.12
7—8	4.05	3.10	3.98	3.35	3.34	2.98	3.37	2.58	2.79	2.68	3.55	4.10
8—9	4.06	3.30	4.52	3.93	3.75	3.16	3.65	3.03	3.32	3.11	3.82	4.16
9—10	4.20	3.76	4.86	4.14	3.98	3.40	3.80	3.36	3.70	3.41	4.12	4.46
10—11	4.44	3.98	5.14	4.24	4.24	3.49	4.02	3.57	3.95	3.62	4.32	4.75
11—12	4.67	4.24	5.13	4.33	4.34	3.46	4.10	3.74	4.10	**3.68**	4.59	5.04
12—1ᵖ	**4.70**	**4.27**	**5.37**	4.40	4.37	3.54	4.18	3.71	4.18	3.62	**4.60**	**5.04**
1—2	4.66	4.25	5.35	4.37	**4.38**	**3.56**	4.15	3.83	**4.28**	3.52	4.45	4.88
2—3	4.55	4.10	5.14	**4.44**	4.38	3.38	**4.22**	**3.85**	4.18	3.38	4.12	4.51
3—4	4.31	3.70	4.83	4.16	4.30	3.37	4.05	3.74	3.95	2.99	3.81	4.19
4—5	3.89	3.24	4.43	4.18	4.26	3.20	3.79	3.40	3.56	2.62	3.53	4.03
5—6	3.84	3.09	3.97	3.88	3.93	2.94	3.60	2.94	2.92	2.43*	3.57	4.00
6—7	3.86	3.04	3.73	2.97	3.35	2.51	3.10	2.40	2.50	2.51	3.61	4.02
7—8	3.90	3.00	3.62	2.86	2.76	2.21	2.57	1.91	2.27	2.59	3.73	4.08
8—9	3.79	2.90	3.72	2.76	2.40	1.89	2.14	1.74	2.22	2.64	3.67	4.04
9—10	3.80	2.84*	3.63	2.68	2.28	1.72	2.00*	1.76	2.27	2.57	3.64	3.93
10—11	3.79	2.94	3.60	2.46	2.20	1.68	2.01	1.78	2.29	2.62	3.68	3.98
11—12	3.75*	3.06	3.60	2.39	2.20	1.64	2.01	1.80	2.18	2.54	3.64	3.98
Mittel	4.06	3.32	4.16	3.24	3.19	2.59	3.04	2.57	2.93	2.83	3.80	4.23
Max./Min.	1.25	1.49	1.53	2.01	2.06	2.21	2.11	2.27	1.98	1.51	1.04	1.29
Max.-Min.	0.95	1.40	1.86	2.24	2.31	1.95	2.22	2.15	2.12	1.25	1.20	1.14

stehen in Tabelle 4—6. In die beiden letzten sind des Vergleichs wegen auch die entsprechenden Werte vom Potsdamer Observatorium aufgenommen, aber als Höhe des Anemometers ist diesmal nicht 41 m, sondern rund 70 m eingesetzt worden. Der Grund dafür ist folgender. Das Schalenkreuz befindet sich zwar 41 m über dem Boden am Fuße des Turmes, über dessen Plattform es sich 8 m erhebt, aber der Turm selbst liegt auf einer Anhöhe, von der die benachbarte Havel-Nuthe-Niederung im Westen, Norden und Osten nur ½ bis ¾ km entfernt ist. Man hat daher auf der Plattform durchaus den Eindruck, daß das Anemometer in eine viel höhere Luftschicht hineinragt. Wenn das Potsdamer Anemometer absolut kleinere Windgeschwindigkeiten aufweist als das in 32 m Höhe über dem ganz

Tabelle 2.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps) auf der Telefunkenstation bei Nauen in 16 m über dem Erdboden (1912—1916).

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0—1a	5.36	4.70	5.12	3.82	3.92	3.01*	3.60	3.10	3.78	3.68	5.10	5.59
1—2	5.32*	4.61	5.12	3.69	3.85	3.19	3.63	3.02*	3.75	3.67	4.99	5.52
2—3	5.34	4.47	5.11	3.70	3.74	3.17	3.60	3.03	3.62	3.57	4.90	5.52
3—4	5.42	4.39*	5.04*	3.73	3.58*	3.41	3.51*	3.09	3.55	3.55	4.87	5.64
4—5	5.57	4.43	5.09	3.62	3.61	3.15	3.62	3.07	3.56	3.46*	4.80	5.69
5—6	5.62	4.56	5.12	3.58*	3.70	3.45	3.70	3.10	3.52	3.53	4.85	5.85
6—7	5.53	4.58	5.19	3.84	3.98	3.71	4.08	3.17	3.49*	3.56	4.75*	5.70
7—8	5.53	4.64	5.36	4.28	4.38	3.95	4.39	3.49	3.76	3.62	4.86	5.70
8—9	5.50	4.73	5.81	4.93	4.85	4.12	4.74	3.98	4.27	3.92	4.98	5.72
9—10	5.57	4.98	6.22	5.14	5.14	4.42	4.93	4.33	4.67	4.20	5.21	5.99
10—11	5.82	5.17	6.51	5.26	5.49	4.56	5.15	4.61	5.00	4.46	5.47	6.22
11—12	6.02	5.38	6.66	5.34	5.61	4.51	5.28	4.84	5.15	**4.51**	5.82	6.53
12—1p	**6.08**	**5.50**	**6.78**	5.41	5.69	**4.65**	5.36	4.82	5.29	4.45	**5.89**	**6.54**
1—2	6.02	5.48	6.76	5.39	5.71	4.64	5.34	4.98	**5.45**	4.34	5.73	6.40
2—3	5.97	5.37	6.50	**5.58**	**5.76**	4.34	**5.48**	**5.04**	5.38	4.28	5.38	6.04
3—4	5.76	5.08	6.22	5.33	5.71	4.46	5.31	4.98	5.15	3.89	5.22	5.79
4—5	5.47	4.76	5.86	5.45	5.75	4.32	5.09	4.61	4.82	3.67	4.98	5.70
5—6	5.47	4.82	5.47	5.28	5.50	4.12	4.86	4.22	4.28	3.62	5.04	5.67
6—7	5.49	4.80	5.32	4.70	4.98	3.80	4.42	3.81	3.98	3.71	5.10	5.71
7—8	5.47	4.75	5.20	4.57	4.50	3.76	3.99	3.40	3.82	3.84	5.23	5.69
8—9	5.36	4.66	5.27	4.50	4.17	3.32	3.69	3.31	3.84	3.84	5.20	5.65
9—10	5.40	4.60	5.12	4.48	4.04	3.22	3.58	3.35	3.88	3.71	5.10	5.50*
10—11	5.34	4.64	5.16	4.22	3.93	3.26	3.63	3.30	3.88	3.77	5.10	5.58
11—12	5.32*	4.70	5.13	4.01	3.87	3.28	3.59	3.29	3.72	3.73	5.11	5.59
Mittel	5.57	4.82	5.63	4.58	4.64	3.83	4.36	3.83	4.23	3.86	5.16	5.81
Max./Min.	1.14	1.25	1.35	1.56	1.61	1.54	1.56	1.67	1.56	1.30	1.24	1.19
Max.-Min.	0.76	1.11	1.74	2.00	2.18	1.64	1.97	2.02	1.96	1.05	1.14	1.04

ebenen Gelände der Telefunkenstation, so ist daran, wie ich schon in der ersten Mitteilung (S. 420) auseinandersetzte, die Reibung an dem Hügelwald Schuld. Dagegen zeigt ohne weiteres das Verhalten der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit in Potsdam, daß das Anemometer in eine höhere Luftschicht als die von 41 m hinaufragen muß[1].

Unter Zuhilfenahme der auf dem Observatorium bei Potsdam gemachten Anemometeraufzeichnungen, die hiernach für eine Schicht von

[1] Dieser Fall zeigt, daß die bloße Angabe von h_a (Höhe des Anemometers über dem Erdboden) nicht immer genügt. Man muß auch die allgemeine Lage der Station kennen.

Tabelle 3.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps) auf der Telefunkenstation bei Nauen in 32 m über dem Erdboden (1912—1916).

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0—1a	6.19	5.53	6.00	4.74	4.93	4.12	4.67	4.17	4.78	4.47	5.95	6.34
1—2	6.14	5.41	5.95	4.55	4.86	4.18	4.66	4.02	4.65	4.44	5.84	6.21
2—3	5.93*	5.24	5.97	4.62	4.68	4.08	4.64	4.00	4.59	4.34	5.69	6.31
3—4	6.21	5.17	5.92*	4.59	4.58	4.36	4.50*	4.01	4.47	4.32	5.62	6.41
4—5	6.32	5.16*	5.94	4.49	4.54*	3.85*	4.51	3.96	4.41	4.20*	5.58	6.54
5—6	6.36	5.32	6.02	4.44*	4.54	4.19	4.56	4.00	4.37	4.25	5.61	6.62
6—7	6.31	5.32	6.06	4.54	4.60	4.39	4.74	3.85*	4.23*	4.25	5.55*	6.47
7—8	6.30	5.36	6.16	4.75	4.83	4.46	4.92	3.98	4.36	4.30	5.56	6.33
8—9	6.24	5.42	6.47	5.34	5.32	4.56	5.25	4.40	4.67	4.46	5.64	6.36
9—10	6.24	5.50	6.83	5.51	5.62	4.90	5.43	4.71	5.04	4.61	5.76	6.60
10—11	6.45	5.55	7.14	5.67	5.98	5.06	5.66	5.02	5.36	4.88	5.92	6.71
11—12	6.56	5.81	7.16	5.74	6.08	5.06	5.80	5.30	5.54	**4.93**	6.17	**6.89**
12—1p	**6.66**	5.91	**7.43**	5.88	6.23	5.10	5.98	5.26	5.70	4.91	**6.29**	6.88
1—2	6.62	**5.91**	7.41	5.93	6.30	**5.14**	5.88	5.44	**5.86**	4.78	6.13	6.76
2—3	6.60	5.84	7.13	**6.10**	6.35	4.98	**6.03**	**5.54**	5.82	4.73	5.88	6.46
3—4	6.46	5.63	6.86	5.81	6.33	4.99	5.89	5.49	5.68	4.39	5.82	6.32
4—5	6.26	5.44	6.57	5.96	**6.37**	4.88	5.60	5.21	5.40	4.28	5.70	6.32
5—6	6.29	5.64	6.32	5.92	6.20	4.68	5.40	4.87	5.00	4.36	5.82	6.30
6—7	6.34	5.62	6.23	5.47	5.73	4.42	5.16	4.54	4.83	4.49	5.92	6.35
7—8	6.30	5.62	6.13	5.39	5.35	4.31	4.85	4.28	4.73	4.63	6.06	6.31
8—9	6.17	5.50	6.14	5.39	5.06	4.14	4.62	4.28	4.88	4.63	6.02	6.33
9—10	6.21	5.45	6.00	5.48	5.04	4.22	4.58	4.39	4.94	4.54	5.98	6.20*
10—11	6.18	5.45	6.04	5.19	4.94	4.28	4.73	4.34	4.93	4.57	6.06	6.29
11—12	6.13	5.51	6.03	5.00	4.90	4.30	4.64	4.37	4.75	4.50	5.96	6.29
Mittel	6.31	5.51	6.41	5.27	5.39	4.53	5.11	4.56	4.96	4.51	5.86	6.44
Max./Min.	1.12	1.15	1.26	1.37	1.40	1.34	1.34	1.44	1.39	1.17	1.13	1.11
Max.-Min.	0.73	0.75	1.51	1.66	1.83	1.29	1.55	1.69	1.63	0.73	0.74	0.69

rund 70 m Höhe maßgebend sein dürften, läßt sich nun der Verlauf der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit vom Boden bis zur Höhe von 258 m verfolgen.

In den bodennahen Schichten spielt sich der ganze Vorgang nur bei Tage ab. In der Nacht sind die Änderungen von Stunde zu Stunde minimal, d. h. kleiner als 0.1 mps. Die Kurve verläuft dann nahezu geradlinig, so daß der Zeitpunkt des Minimums nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann. Zwischen der warmen und der kalten Jahreszeit macht sich nur der Unterschied bemerkbar, daß die durch das Tagesphänomen bedingte Amplitude in jener größer ist als in dieser. Auch in 16 m Höhe sind die nächtlichen Änderungen noch sehr geringfügig, die Amplitude hat abgenommen, und in der warmen

Tabelle 4.

Täglicher Gang der Verhältniszahl der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen auf der Telefunkenstation bei Nauen.

Stunde	Kalte Jahreshälfte		Warme Jahreshälfte		Jahr	
	123 m : 32 m	258 m : 32 m	123 m : 32 m	258 m : 32 m	123 m : 32 m	258 m : 32 m
0—1ª	1.31	1.68	1.70	2.10	1.44	1.86
1—2	1.32	1.57	1.68	2.06	1.44	1.79
2—3	1.31	1.73	1.69	1.97	1.44	1.85
3—4	1.36	1.77	1.70	1.76	1.47	1.76
4—5	1.35	1.72	1.73	1.81	1.47	1.76
5—6	1.33	1.80	1.71	1.93	1.45	1.77
6—7	1.34	1.79	1.64	1.82	1.44	1.72
7—8	1.32	1.78	1.41	1.48	1.35	1.64
8—9	1.25	1.68	1.17	1.28	1.22	1.48
9—10	1.19	1.73	1.10	1.16	1.16	1.44
10—11	1.11	1.52	1.09	1.07*	1.10	1.29
11—12	1.06	1.34	1.08*	1.15	1.07*	1.24
12—1ᵖ	1.05*	1.28	1.10	1.13	1.07*	1.21*
1—2	1.06	1.24*	1.12	1.10	1.08	1.21*
2—3	1.11	1.27	1.13	1.17	1.12	1.22
3—4	1.15	1.36	1.12	1.13	1.14	1.23
4—5	1.23	1.49	1.14	1.17	1.19	1.33
5—6	1.27	1.52	1.25	1.24	1.27	1.38
6—7	1.31	1.50	1.36	1.23	1.33	1.37
7—8	1.32	1.50	1.50	1.49	1.38	1.49
8—9	1.34	1.53	1.60	1.71	1.43	1.60
9—10	1.33	1.62	1.64	1.77	1.44	1.68
10—11	1.33	1.74	1.70	1.77	1.46	1.75
11—12	1.32	1.82	1.71	2.00	1.45	1.89
Mittel	1.25	1.58	1.42	1.52	1.30	1.54

Jahreshälfte läßt sich deutlich eine kleine Verspätung im Eintritt des Maximums gegen dasjenige in 2 m Höhe erkennen. In der Schicht von 32 m fängt unter weiterem Flacherwerden der Tageskurve der auf die Nacht entfallende Anteil an. größere Verschiedenheiten zu zeigen. Die Enden der Kurve sind aufwärts gebogen und deuten ein kleines sekundäres Maximum in der Nacht an. Dieses wird mit zunehmender Höhe bedeutender. während das Tagesmaximum mehr und mehr zurücktritt. Aus dem Verhalten der Kurven in 32 und 70 m Höhe muß man schließen. daß die Übergangszone. in der überhaupt keine merklichen Änderungen der Windgeschwindigkeit im Laufe eines Tages auftreten. während der kalten Jahreszeit schon unterhalb 70 m liegt, da Potsdam alsdann schon den oberen Typus der täglichen Periode zeigt. Das stimmt durchaus mit dem Ergebnis überein, zu dem ich 1899 (Meteorol. Zeitschr. 1899) gelangt war. Als neu kann aber

Tabelle 5.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps).

Stunde	Kalte Jahreshälfte						Warme Jahreshälfte					
	Nauen			Potsdam	Nauen		Nauen			Potsdam	Nauen	
	2 m	16 m	32 m	(70) m	123 m	258 m	2 m	16 m	32 m	(70) m	123 m	258 m
0—1ᵃ	3.45	4.92	5.75	5.82	7.53	9.66	2.05	3.54	4.57	5.08	7.77	**9.60**
1—2	3.40	4.87	5.66	5.81	7.47	8.89	2.04	3.52	4.49	5.09	7.54	9.25
2—3	3.37*	4.82*	5.58*	5.80	7.31	9.65	2.03*	3.48	4.44	5.10	7.50	8.75
3—4	3.38	4.82*	5.61	5.78	7.63	9.93	2.05	3.48	4.42	5.09	7.51	7.78
4—5	3.42	4.84	5.62	5.77	7.59	9.67	2.07	3.44*	4.29*	5.06	7.42	7.76
5—6	3.49	4.92	5.70	5.77	7.58	10.26	2.24	3.51	4.35	5.00	7.44	8.40
6—7	3.46	4.88	5.66	5.77	7.58	10.13	2.64	3.71	4.39	4.85	7.20	7.99
7—8	3.58	4.95	5.67	5.70	7.48	10.09	3.07	4.01	4.55	4.78	6.42	6.73
8—9	3.83	5.11	5.76	5.68	7.20	9.68	3.47	4.48	4.92	4.90	5.76	6.30
9—10	4.14	5.36	5.92	5.58	7.04	10.24	3.73	4.77	5.20	5.11	5.72	6.03
10—11	4.38	5.61	6.11	5.59	6.78	9.29	3.92	5.01	5.46	5.34	5.95	5.84*
11—12	4.56	5.82	6.25	5.62	6.62*	8.38	4.01	5.12	5.59	5.46	6.04	6.43
12—1ᵖ	**4.60**	**5.87**	**6.35**	5.63	6.67	8.13	4.06	5.20	5.69	5.52	6.26	6.43
1—2	4.52	5.79	6.27	5.62	6.65	7.77	**4.10**	5.25	5.76	**5.53**	6.45	6.85
2—3	4.30	5.59	6.11	5.53	6.78	7.76*	4.08	**5.26**	**5.80**	5.46	6.55	6.79
3—4	3.97	5.33	5.91	5.45*	6.80	8.04	3.93	5.16	5.70	5.35	6.38	6.44
4—5	3.62	5.07	5.76	5.49	7.08	8.58	3.73	5.01	5.57	5.16	6.35	6.52
5—6	3.48	5.02	5.79	5.61	7.35	8.80	3.37	4.71	5.34	4.93	6.69	6.62
6—7	3.46	5.02	5.82	5.75	7.62	8.73	2.80	4.28	5.02	4.75	6.83	6.17
7—8	3.49	5.03	5.84	5.82	7.71	8.76	2.43	4.01	4.82	4.73*	7.23	7.18
8—9	3.46	5.00	5.80	5.84	**7.77**	8.87	2.19	3.80	4.73	4.84	7.57	8.09
9—10	3.40	4.90	5.73	5.81	7.62	9.28	2.12	3.76	4.78	4.95	7.84	8.46
10—11	3.44	4.94	5.76	**5.85**	7.66	10.02	2.07	3.70	4.74	5.03	**8.06**	8.39
11—12	3.43	4.93	5.74	**5.85**	7.58	**10.45**	2.04	3.63	4.66	5.07	7.97	9.32
Mittel	3.73	5.14	5.84	5.71	7.30	9.21	2.93	4.24	4.97	5.09	6.91	7.42
Max./Min.	1.36	1.22	1.14	1.07	1.18	1.35	2.01	1.53	1.35	1.18	1.41	1.64
Max.-Min.	1.23	1.05	0.77	0.40	1.15	2.69	2.07	1.82	1.51	0.80	2.34	3.76

hier hinzugefügt werden, daß die Umkehrzone eigentlich nur im Winter deutlich wahrnehmbar ist: denn im Sommer macht sich das untere Hauptmaximum in den ersten Nachmittagstunden bis in die obersten Höhen als Nebenmaximum, natürlich mit einiger Verspätung, bemerkbar[1]. In noch größeren Höhen wird das Nebenmaximum verschwinden und der obere oder Höhentypus mit einem Maximum in der Nacht und einem Minimum bei Tage sich ebenso einstellen, wie

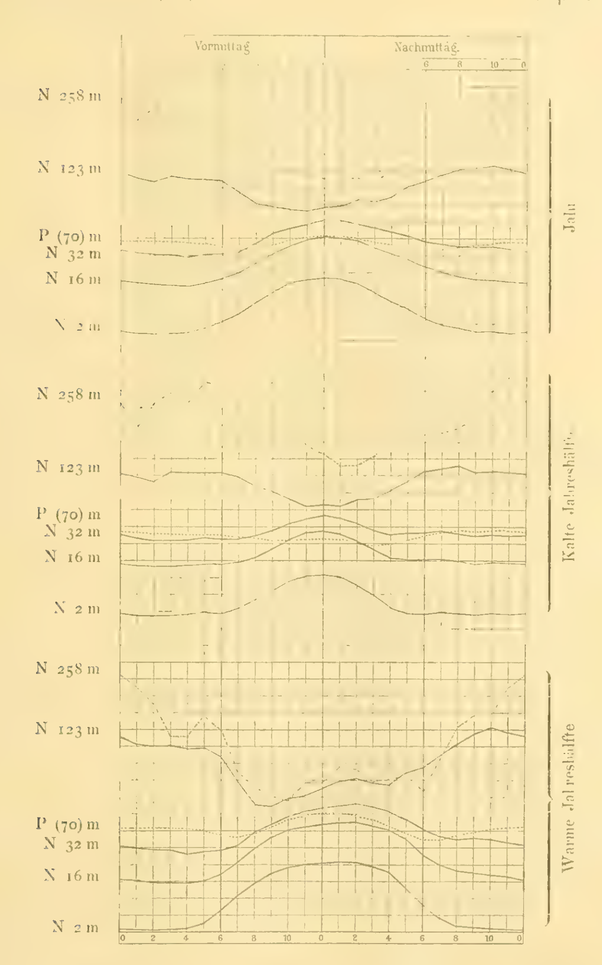
[1] Der noch unregelmäßige Verlauf der oberen Kurven darf wohl keine sachliche Bedeutung beanspruchen, sondern ist lediglich der noch zu geringen Anzahl von Beobachtungen zuzuschreiben. Die Jahreskurve in 123 m Höhe zeigt schon einen ziemlich glatten Verlauf.

Tabelle 6.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps).

Stunde	Jahr					
	Nauen			Potsdam	Nauen	
	2 m	16 m	32 m	(70) m	123 m	258 m
0—1ª	2.75	4.23	5.16	5.39	7.43	9.60
1—2	2.72	4.20	5.08	5.39	7.31	9.09
2—3	2.70*	4.15	5.01	5.39	7.21	9.27
3—4	2.72	4.15	5.01	5.38	7.36	8.82
4—5	2.74	4.14*	4.96*	5.36	7.29	8.73
5—6	2.86	4.22	5.02	5.32	7.28	8.88
6—7	3.05	4.30	5.03	5.24	7.24	8.65
7—8	3.32	4.50	5.11	5.18	6.90	8.38
8—9	3.65	4.80	5.34	5.22	6.51	7.90
9—10	3.93	5.07	5.56	5.31	6.45	8.01
10—11	4.20	5.32	5.78	5.45	6.40	7.46
11—12	4.28	5.47	5.92	5.53	6.33*	7.34
12—1ᵖ	**4.33**	**5.54**	**6.02**	**5.57**	6.44	7.28
1—2	4.31	5.52	6.01	5.56	6.49	7.27
2—3	4.19	5.43	5.96	5.49	6.68	7.27
3—4	3.95	5.24	5.81	5.39	6.62	7.15*
4—5	3.68	5.04	5.67	5.30	6.75	7.54
5—6	3.43	4.86	5.57	5.21	7.07	7.69
6—7	3.13	4.65	5.42	5.17*	7.21	7.42
7—8	2.96	4.52	5.33	5.18	7.38	7.94
8—9	2.83	4.40	5.26	5.26	7.52	8.42
9—10	2.76	4.33	5.25	5.31	7.56	8.82
10—11	2.75	4.32	5.25	5.37	**7.66**	9.19
11—12	2.73	4.28	5.20	5.40	7.54	**9.83**
Mittel	3.33	4.69	5.40	5.35	7.02	8.26
Max./Min.	1.60	1.34	1.21	1.08	1.21	1.37
Max.-Min.	1.63	1.40	1.06	0.40	1.33	2.68

dies im Winter bereits in 70 m über dem Boden der Fall ist. In der Höhe des Eiffelturmes (305 m) ist diese Schicht noch nicht erreicht; denn auch hier zeigen sich im Sommer, namentlich im Juli. sekundäre Maxima, die bewirken, daß das Minimum der Windgeschwindigkeit schon gegen 9 bis 10 Uhr vormittags eintritt. Etwas ganz Ähnliches lassen auch die Nauener Sommerkurven für 123 und 258 m erkennen. Da man nicht hoffen darf, auf sehr viel höheren Bauwerken feste Anemometeraufstellungen einrichten zu können, muß die Entscheidung der Frage, in welcher Höhe der freien Atmosphäre sich der obere Typus des täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit im Sommer ganz rein einstellt, der Erforschung der höheren Luftschichten mittels Drachen und Ballon überlassen bleiben.



Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen.

Beachtung verdient noch die regelmäßige Abnahme der Amplitude mit der Höhe bis zur Umkehrschicht und ihre Wiederzunahme oberhalb derselben. Nach den Mittelwerten für die kalte Jahreszeit und das ganze Jahr ist die Amplitude in 123 m wieder ebenso groß wie in 32 m Höhe, und in 258 m erreicht sie schon Werte, wie sie den bodennahen Schichten eigentümlich sind.

Zur Erklärung der Erscheinung reicht die Espy-Köppensche Theorie im allgemeinen aus, jedoch erheischt sie noch eine kleine Ergänzung in dem auf die Nacht entfallenden Anteil. Dafür ist nämlich die Temperaturschichtung in den untersten Höhen von maßgebender Bedeutung. Von diesem Gesichtspunkt aus wäre es sehr erwünscht gewesen, wenn die eingangs erwähnten beiden Thermographen an dem 250 m-Turm schon funktioniert hätten. Einigen Ersatz aber gewähren Temperaturregistrierungen, die viele Jahre hindurch auf dem Observatorium bei Potsdam in verschiedenen Höhen gewonnen worden sind. Hier wird außer auf der Beobachtungswiese in 2 m über dem Boden auch auf der Plattform des Turmes, 32 m darüber, in einer gleichen Aufstellung der Verlauf der Temperatur aufgezeichnet. Die horizontalen Luftströmungen aber, welche diese obere Aufstellung treffen, gehören, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, einer Luftschicht an, die sich in der naheliegenden Havel-Nuthe-Niederung rund 90 m über dem Boden befindet, ausgenommen die südlichen Luftströmungen, da nach dieser Richtung das Terrain etwas ansteigt. Man darf daher die in beiden Thermometeraufstellungen eintretenden Temperaturverschiedenheiten nicht einer Höhendifferenz von nur 32 m zuschreiben, andrerseits aber gelten sie doch für die Schicht von der Beobachtungswiese bis zu 6 m unterhalb des Schalenkreuzes.

Knoch hat bereits die mittleren Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Aufstellungen bekanntgegeben (Abhandl. d. Preuß. Meteorol. Inst. III, 2), mir kommt es hier aber mehr darauf an, festzustellen, wie oft zu den verschiedenen Tageszeiten eine Temperaturinversion stattfindet. Das zeigt die aus zwölfjährigen Aufzeichnungen abgeleitete Tabelle 7, welche die Werte der Wahrscheinlichkeit einer Temperaturzunahme mit der Höhe enthält.

Während bei Tage Temperaturumkehr sehr selten vorkommt, am ehesten noch im Winter, tritt sie in der Zeit, in der sich die Sonne unter dem Horizont befindet, ungewöhnlich häufig auf, so daß sie zu gewissen Zeiten geradezu die Regel bedeutet. Das ist der Fall namentlich im Spätsommer und im Herbst nach Sonnenuntergang, wo Wahrscheinlichkeitswerte bis zu nahezu 90 Prozent vorkommen. Bei so hohen Mittelwerten ist es verständlich, daß in vielen Einzeljahren 100 Prozent, also an allen Tagen Temperaturinversionen eintreten.

Die durch Ausstrahlung des Erdbodens kälter und darum schwerer gewordene untere Luftschicht bleibt stagnierend am Erdboden liegen. Sie verhindert jeden konvektiven Austausch und ist der Sitz der nächtlichen Luftruhe, die in der Anemometerkurve als nahezu gerade Linie erscheint. Dagegen können die höheren Luftschichten, die nun nicht mehr durch aufsteigende Luftströme geschwächt sind, über die unten

Tabelle 7.

Wahrscheinlichkeit, ausgedrückt in Prozenten, einer Temperaturzunahme mit der Höhe zwischen dem Erdboden und dem Schalenkreuz des Potsdamer Anemometers.

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
2^a	45.5	54.5	60.1	69.7	72.7	76.4	78.3	78.9	73.3	63.9	55.8	47.5
4	48.1	52.6	59.5	58.8	67.7	67.0	72.7	77.1	68.5	59.8	50.9	50.1
6	47.5	48.7	59.8	52.7	37.5	33.0	46.6	58.4	62.7	56.9	49.7	48.7
8	44.3	41.0	32.3	9.7	3.2	3.9	7.6	7.6	21.8	38.1	45.2	48.7
10	22.0	7.1	2.3	1.8	0.6	0.6	1.8	1.2	3.6	3.5	10.3	22.9
Mittag	7.9	4.2	1.8	2.7	0.9	0.9	2.3	1.2	2.4	2.6	5.5	11.1
2^p	8.5	3.5	2.6	1.2	1.2	2.1	3.5	5.3	3.6	3.8	6.7	9.4
4	43.1	20.6	7.6	2.4	3.2	5.5	5.6	6.5	11.8	40.2	51.2	49.9
6	53.1	59.4	52.5	23.0	23.5	30.6	37.0	63.9	77.9	71.8	59.4	52.5
8	50.4	61.0	63.6	68.5	71.8	74.5	77.4	88.6	81.8	70.4	57.6	49.0
10	47.8	58.1	61.9	66.4	75.4	80.9	82.7	85.3	80.3	66.9	57.6	46.3
Mitternacht	46.9	53.5	61.9	69.7	75.1	78.8	76.0	80.4	77.9	66.3	54.8	46.3
Summe	465.1	464.2	465.9	426.7	432.8	454.2	491.5	554.3	565.6	544.2	504.7	482.4

lagernden kalten Luftmassen leichter dahinfließen[1]. Dementsprechend zeigt der aus 23jährigen Registrierungen abgeleitete normale tägliche Gang der Windgeschwindigkeit in Potsdam in allen Monaten in den Abend- und ersten Nachtstunden ein Anwachsen der Windgeschwindigkeit, und auch in den allermeisten Einzeljahren ist ein solcher Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Temperaturumkehrungen und dem Anstieg der Windkurve nachweisbar. Sind die Temperaturinversionen besonders zahlreich, dann zeigt sich auch im Monatsmittel ein nächtlicher Anstieg der Windgeschwindigkeitskurve; und umgekehrt, wenn einmal wenig Temperaturumkehrungen stattgefunden haben, fällt das abendliche Anschwellen der Windgeschwindigkeit fort, ja, verwandelt sich ins Gegenteil. Da die Beobachtungen in den Potsdamer Jahrbüchern ausführlich veröffentlicht sind, kann ich wegen einzelner Beispiele solcher Monate der Kürze halber darauf verweisen. Es trifft sich aber gut, daß von ganz anderer Seite her eine Bestätigung der hier ausgesprochenen Ansicht über den Zusammenhang zwischen Temperaturinversion und täglichem Gang der Windgeschwindigkeit kommt.

[1] In der Grenzschicht zwischen der oberen bewegten und der unteren ruhenden Luftschicht müssen sich kleine Wirbel mit horizontaler Achse oder Luftwellen ausbilden, die bald kältere Luft nach oben reißen, bald wärmere nach unten führen. Dadurch kommen gelegentlich rasche Temperaturschwankungen zustande, wie sie von Knoch in Potsdam mehrfach festgestellt worden sind.

Soeben hat Barkow (Annal. d. Hydrographie, Januarheft 1917) aus den auf der Deutschen Antarktischen Expedition im Weddellmeer von ihm gemachten Drachen- und Ballonaufstiegen nachweisen können, daß mit zunehmender Stärke der Temperaturinversion auch die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe größer wird. Das bedeutet aber für den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit, daß diese in der Nacht ansteigt.

3.

Die erste Untersuchung der Nauener Registrierungen hatte das Ergebnis gezeitigt, daß in den Schichten oberhalb von etwa 20 m der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit bei schwachen und bei starken Winden verschieden ist. Bei schwachen Winden tritt der Höhentypus ein, bei starken aber sehr deutlich der untere Typus mit dem Maximum um Mittag. In Übereinstimmung damit wies Spitaler nach (Meteorol. Zeitschr. 1916. 337), daß auf dem Gipfel des Donnersberg (840 m) in Böhmen die starken und stürmischen Winde dasselbe Verhalten zeigen. Dagegen hat Köppen die Richtigkeit meines Befundes in Zweifel gezogen (Meteorol. Zeitschr. 1915. 380). Er bemängelt die von mir befolgte Scheidung der Tage nach den Tagesmitteln und glaubt, daß es richtiger sei, als Tage mit schwachem bzw. starkem Winde diejenigen zu nehmen, an denen in irgendeiner Stunde die Geschwindigkeit unter einen gewissen Wert sinkt bzw. über ihn steigt. Ich will auf seine Argumentationen hier nicht weiter eingehen, stelle aber fest, daß er bei etwas anderer Auswahl der Tage bezüglich der starken Winde genau zu dem gleichen Ergebnis kommt wie ich. Wenn er aber meint, daß das eine Eigentümlichkeit von Potsdam sei, so brauche ich nur daran zu erinnern, daß ich gerade diese Tatsache näher zu begründen suchte und auch in den Aufzeichnungen von Lindenberg, Jersey, Straßburg und Eiffelturm bestätigt fand. Daß in den höheren Luftschichten, in denen ohnehin der Höhentypus der täglichen Periode die Regel darstellt, dieser sich auch bei schwachen Winden einstellt, ist ja an sich nicht so auffällig, dagegen war mir überraschend und interessant, daß dieser Höhentypus bei starken Winden in sein Gegenteil verkehrt wird.

Um aber noch weitere Beweise für die Richtigkeit dieses Ergebnisses zu bringen, habe ich, genau so wie es Köppen vorschlägt, die Tage mit schwachem und mit starkem Winde ausgewählt, und zwar wieder bei Potsdam, dessen gedruckte Aufzeichnungen mit typographischer Hervorhebung der Extreme an jedem Tage die Arbeit sehr erleichtern. Als Tage mit schwachem Winde gelten diejenigen,

an denen irgendein Stundenmittel ≦ 2 mps war, als Tage mit starkem Winde diejenigen, an denen ein Stundenmittel ≧ 10 mps war. Tage, an denen beide Schwellenwerte vorkamen, blieben unberücksichtigt. Die drei Jahrgänge 1912—1914 wurden in dieser Weise bearbeitet.

Das Resultat war dasselbe wie vorher, als ich die Scheidung nach den Tagesmitteln (≦ 4, ≧ 8 mps) vornahm. Um die vorliegende Abhandlung nicht mit zuviel Zahlen zu belasten, begnüge ich mich damit, die Mittelwerte für die beiden Jahreshälften mitzuteilen.

Tabelle 8.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps) in Potsdam an Tagen mit starken und mit schwachen Winden.

Stunde	Starke Winde		Schwache Winde		Stunde	Starke Winde		Schwache Winde	
	kalte	warme	kalte	warme		kalte	warme	kalte	warme
	Jahreshälfte		Jahreshälfte			Jahreshälfte		Jahreshälfte	
0—1^a	8.07	7.50	**4.03**	3.88	12—1^p	**9.51**	9.39	2.93	3.70
1—2	8.02*	7.60	3.89	3.72	1—2	9.41	9.50	2.89*	3.75
2—3	8.04	7.77	3.92	3.72	2—3	9.26	9.44	2.90	3.66
3—4	8.10	7.99	3.76	3.74	3—4	9.18	9.24	2.95	3.65
4—5	8.24	8.00	3.68	3.69	4—5	9.04	8.86	3.03	3.52
5—6	8.29	8.34	3.66	3.47	5—6	8.96	8.50	3.38	3.42
6—7	8.42	8.32	3.57	3.18	6—7	8.89	8.08	3.58	3.38
7—8	8.56	8.50	3.57	2.88*	7—8	8.74	7.79	3.66	3.50
8—9	8.65	9.00	3.18	2.95	8—9	8.64	7.86	3.72	3.69
9—10	8.88	9.22	3.03	3.17	9—10	8.65	7.76	3.81	3.82
10—11	9.21	**9.63**	2.96	3.46	10—11	8.36	7.79	3.84	4.02
11—12	9.34	9.39	2.94	3.61	11—12	8.17	7.43*	3.98	**4.14**
					Zahl der Tage	89	34	134	197

Es gibt aber noch weitere Beweise für den Einfluß der starken und der schwachen Winde auf die Gestaltung des täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit. Bei genauerer Prüfung der Potsdamer Verhältnisse fand ich, daß der Charakter der täglichen Periode daselbst außerordentlich schwankt. Das Anemometer befindet sich oft gerade in der Übergangsschicht. Im Winter, in dem durchschnittlich der Höhentypus obwaltet, kommen gar nicht selten Monate vor, die einen unbestimmten oder direkt den entgegengesetzten Verlauf der Periode zeigen, und ebenso gibt es, wenn auch seltener, Sommermonate mit einem nächtlichen Maximum der Windgeschwindigkeit oder wenigstens mit einem so kräftigen sekundären in der Nacht, daß es dem Hauptmaximum am Tage fast gleichkommt. Bei näherem Zusehen zeigte sich, daß das Ausmaß der Windgeschwindigkeit selbst dafür maßgebend

ist. In den windigsten Wintermonaten tritt das Maximum gegen Mittag, in den ruhigsten in der Nacht auf: gewöhnlich stellt sich dann noch ein Nebenmaximum in der Nacht bzw. bei Tage ein.

Nun ist offenbar ein Kalendermonat nicht der geeignetste Zeitraum für eine solche Untersuchung, da eine besonders windige oder ruhige Periode sehr selten gerade einen Monat andauert. Es wäre viel richtiger, die Zeiträume mit einheitlichem Windcharakter dafür auszuwählen. Das habe ich aber wegen der sehr großen damit verbundenen Arbeit unterlassen zu tun: denn selbst die gewöhnlichen Monatsmittel zeigen schon das Gesetzmäßige. Man muß sich nur dessen bewußt bleiben, daß in ihnen der Charakter nicht so scharf zum Ausdruck kommt, als wenn natürliche Witterungsperioden zugrunde liegen.

In der 23jährigen Potsdamer Beobachtungsreihe (1893—1895) waren die windigsten und die ruhigsten Wintermonate folgende:

Dezember (Mittel 5.88)

1898	8.07 mps	1908	4.48 mps
1913	6.98	1903	4.55
1895	6.67	1911	4.85

Januar (Mittel 6.08)

1902	7.81 mps	1895	4.88 mps
1905	7.43	1914	5.20
1906	7.03	1904	5.27
		1900	5.38
		1893	5.50

Februar (Mittel 5.89)

1894	8.30 mps	1912	4.17 mps
1903	8.23	1895	4.75
1911	7.17	1901	4.80
1896	7.11	1915	4.88
		1910	4.93

Eine Einsichtnahme in die gedruckt vorliegenden Beobachtungen des Meteorologischen Observatoriums bei Potsdam an der Hand dieses Verzeichnisses wird das eben Gesagte im einzelnen bestätigen. Hier will ich nur für jeden der drei Monate die aufgeführten Jahrgänge zusammenfassen und von dem so gewonnenen mittleren täglichen Gang die Eintrittszeiten der Extreme mitteilen:

	Starke Winde		Schwache Winde	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Dezember ...	$12-1^p$	$3-4^a$	$8-9^p$	$2-3^p$
Januar......	$12-1^p$	$6-7^a$	$8-9^p$	$11-12^a$
Februar.....	$11-12^a$	$5-6^p$	$10-11^p$	$3-4^p$

Die nach den Mittelwerten gezeichneten Kurven ähneln sehr den in Fig. 5 meiner ersten Mitteilung enthaltenen, nur sind die Ampli-

tuden naturgemäß kleiner. Das gilt erst recht für die alle drei Monate Dezember bis Februar zusammenfassenden Durchschnittswerte, die hier folgen:

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in Potsdam in einem Wintermonat mit

Stunde	starken Winden	schwachen Winden	Stunde	starken Winden	schwachen Winden
0—1[a]	7.46	5.06	12—1[p]	7.73	4.64
1—2	7.50	5.07	1—2	7.69	4.64
2—3	7.43	5.03	2—3	7.58	4.56
3—4	7.45	4.98	3—4	7.47	4.60
4—5	7.46	5.00	4—5	7.32	4.73
5—6	7.50	4.99	5—6	7.26	4.89
6—7	7.43	4.97	6—7	7.34	4.99
7—8	7.49	4.93	7—8	7.37	5.07
8—9	7.49	4.87	8—9	7.40	5.12
9—10	7.57	4.72	9—10	7.39	5.13
10—11	7.61	4.64	10—11	7.42	5.12
11—12	7.72	4.63	11—12	7.47	5.10

Im Sommer, in dem die Gegensätze zwischen sehr windigen und sehr ruhigen Monaten erheblich kleiner als im Winter sind, weist der tägliche Gang ganzer Monate ähnliche Verschiedenheiten, nur in viel geringerem Maße, auf.

Es zeigt sich also, daß in der Höhe von etwa 70 m über dem Erdboden die mittlere tägliche Periode der Windgeschwindigkeit deshalb unbestimmt auftritt, weil bald der obere, bald der untere Typus das Übergewicht hat. Infolgedessen wird die Amplitude klein: sie beträgt in Potsdam im

Januar ...	0.28 mps	April	0.87 mps	Juli	0.88 mps	Oktober ..	0.60 mps
Februar ..	0.55	Mai	0.91	August ...	1.01	November	0.47
März	0.82	Juni	0.89	September	0.73	Dezember	0.41

Mit zunehmender Höhe tritt der obere Typus des täglichen Ganges häufiger und bestimmter auf, und damit wird die Amplitude wieder größer.

Ich sehe somit den Einfluß der Größe der Windstärke auf ihre tägliche Periode als erwiesen an und bin der Meinung, daß die von Köppen getroffene Scheidung der Tage nach ihrer Zugehörigkeit zu zyklonaler oder antizyklonaler Wetterlage im wesentlichen zu demselben Ergebnis führt[1], was ja ganz natürlich erscheint, da in Zyklonen

[1] Annal. d. Hydrographie u. marit. Meteorologie 1916, S. 537.

meist starke, in Antizyklonen meist schwache Winde wehen. Dasselbe Einteilungsprinzip hatte ich übrigens selbst schon als zweckdienlich erkannt, allerdings nicht bei dem Studium der täglichen Periode, sondern bei der Untersuchung der Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe. Diese erwies sich an einzelnen Tagen bei Nacht sehr groß, um Mittag sehr klein, während an andern Tagen der Unterschied zwischen Tag und Nacht geringer war. Ein Vergleich mit den Wetterkarten ergab, daß im ersteren Falle Nauen einem antizyklonalen, im letzteren aber einem zyklonalen Gebiet angehörte.

In diesem Zusammenhange sei auch noch auf folgendes hingewiesen. Wenn man den Witterungscharakter der oben aufgeführten windreichsten und windärmsten Wintermonate näher untersucht, findet man, daß die ersteren meist warm und feucht, die letzteren kalt und mehr trocken waren. Die mittlere Temperaturanomalie betrug nämlich:

	windreichste Monate	windärmste Monate
Dezember	+ 1.6°	— 0.6°
Januar	+ 1.9	— 2.2
Februar	+ 1.8	— 1.1.

Ebenso besteht ein Gegensatz in der Häufigkeit der Temperaturinversionen. In Monaten mit großer Wärmeadvektion ist gewöhnlich auch die Konvektion mächtiger und selbst bei Nacht wirksam, während bei Strahlungskälte die Temperaturinversionen häufiger werden, wodurch der Luftaustausch zwischen den unteren und oberen Schichten mehr unterbunden wird.

So sehen wir also, daß der untere Typus der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit auch in größere Höhen hinaufreicht, wenn die Ausbildung auf- und absteigender Luftströmungen den ganzen Tag hindurch möglich ist, und daß umgekehrt der obere Typus tiefer als sonst herabsteigt, wenn eine untere Sperrschicht den Austausch zwischen unten und oben mehr als sonst hemmt.

4.

Für die Untersuchung der Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe stehen uns nun die Werte aus fünf verschiedenen Höhen zu Gebote. Tabelle 6 enthält die Gesamtmittel, die nur aus Tagen mit vollständigen 24 stündigen Registrierungen abgeleitet sind. Es ergibt sich die Geschwindigkeit für

$h = 2$	16	32	123	258 m
$c = 3.33$	4.69	5.40	7.02	8.26 mps.

Die Werte für die drei untersten Höhen haben sich durch Hinzunahme der Jahrgänge 1913 Dezember bis 1916 August etwas geändert; denn sie betrugen nach den ersten einjährigen Messungen 3.29. 4.86. 5.54 mps. Der allgemeine Charakter der Kurve, welche die Zunahme mit der Höhe darstellt, bleibt aber derselbe. Wegen der großen Ausdehnung der Kurve nach oben (258 m) ist ihre Wiedergabe auch in verkleinertem Maßstabe an dieser Stelle nicht gut ausführbar, weil der am meisten gekrümmte untere Teil zu winzig erscheinen würde. Ich verweise deshalb auf Fig. 2 in meiner ersten Mitteilung, die den unteren Ast bis 30 m darstellt.

Ich will jetzt lieber mein Hauptaugenmerk darauf richten, eine Formel abzuleiten, die dem oberen Ast der Kurve gerecht wird, um nach ihr für größere Höhen den Wert der Windgeschwindigkeit extrapolieren zu können.

Bei der weitgehenden Ähnlichkeit, die zwischen der strömenden Luft und dem fließenden Wasser eines Stromes besteht, liegt es nahe, zur Darstellung der Änderung der Windgeschwindigkeit in den untern Schichten eine Formel zu benutzen, wie sie die Hydrauliker gebrauchen, wenn sie die Flußgeschwindigkeit in verschiedenen Tiefen in einem mathematischen Ausdruck wiedergeben wollen. Unter den vielen dafür verwandten Formeln wählte ich die der logarithmischen Kurve in der Gestalt

$$v = a + b \log (h + c) .$$

Beschränkt man sich auf die Darstellung des untersten Kurvenstückes mit den drei Werten für 2, 16, 32 m, so ergibt sich $a = 1.00$, $b = 2.81$, $c = 4.75$ und folgende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung:

$h =$	2	16	32	123	258 m
$v =$ Rechnung	3.33	4.70	5.40	6.92	7.81 mps
$v =$ Beobachtung	3.33	4.69	5.40	7.02	8.26

Die Übereinstimmung im untern Teil ist ausgezeichnet, im mittlern Teil (123 m) weniger gut, und für das oberste Ende gibt die Formel zu kleine Werte an.

Faßt man die Windgeschwindigkeitskurve bis zu 123 m als logarithmische Linie auf und benutzt die vier Werte für 2, 16, 32, 123 m zur Berechnung der Konstanten, so findet man $a = 0.618$, $b = 3.034$, $c = 5.890$, und die Rechnung stimmt mit der Beobachtung folgendermaßen überein:

$h =$	2	16	32	123	258 m
$v =$ Rechnung	3.34	4.68	5.41	7.02	7.96 mps
$v =$ Beobachtung	3.33	4.69	5.40	7.02	8.26

Wenn man schließlich die ganze Kurve als eine logarithmische Linie ansieht, und alle fünf Werte zur Konstantenberechnung verwertet, so ergibt sich wohl eine gute Übereinstimmung beim untersten und obersten Ende, aber in den Höhen 16, 32, 123 m treten größere Abweichungen auf. Hieraus folgt, daß die ganze Kurve durch eine einzige einfache Formel[1] nicht dargestellt werden kann; sie besteht aus zwei verschiedenartig gekrümmten Stücken, aus einem untern Teil, der durch die Reibung der Luft am Boden am meisten beeinflußt wird, und aus einem obern, der davon freier ist. Jener kann als eine logarithmische Linie von obiger Form angesehen werden, dieser hat, wie ich gleich zeigen werde, parabolische Gestalt.

Die Änderung der Geschwindigkeit mit der Höhe läßt sich im eben charakterisierten untern Teil leicht nach der Formel $\frac{dv}{dh} = \frac{bM}{h+c}$ berechnen. Die Zunahme für 1 m Erhebung beträgt in der Höhe von

2 m	0.17 mps
5 »	0.12 »
10 »	0.08 »
15 »	0.06 »
20 »	0.05 »

Für $h = 0$ findet man $v = 2.90$ mps. Das ist ein hoher Wert, reichlich doppelt so groß, als ich in der ersten Mitteilung annahm. Ich hatte ihn einer von mir in größerem Maßstab gezeichneten Kurve entnommen und mich dabei wohl von dem Gedanken beeinflussen lassen, daß es nicht rationell wäre, den Ausgangspunkt der Kurve ($v = 0$) tief unter den Erdboden zu verlegen. Das war eine falsche Auffassung: denn das unter dem Boden liegende Stück der Kurve hat hier keinerlei reelle Bedeutung. Auf meine Bitte hat jetzt einer meiner Institutsbeamten (Prof. von Elsner) nach den fünf empirisch ermittelten Werten

[1] Wenige Tage nach Vollendung dieser Arbeit erhielt ich von Hrn. Pilgrim in Stuttgart, dem ich die neuen Messungsergebnisse mitgeteilt hatte, die Nachricht, daß er die ganze Kurve durch eine Formel gut dargestellt habe. Sie lautet

$$v = \frac{2.97 + 0.38\,h + 0.00122\,h^2}{1 + 0.061\,h + 0.00008\,h^2},$$

ist also schon ziemlich kompliziert und für die Rechnung etwas unbequem, aber die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist ausgezeichnet:

$h =$	2	16	32	123	258 m
$v =$ Rechnung	3.33	4.69	5.40	7.02	8.26 mps
Beobachtung	3.33	4.69	5.40	7.02	8.26

Interessant war mir, daß auch diese Formel zu einem Wert für die Bodengeschwindigkeit ($h = 0$, $v = 2.97$) führt, der mit dem weiter unten besprochenen fast gleich groß ist.

von v die Kurve in großem Maßstabe (5 m = 1 cm Ordinate, 1 mps = 4 cm Abszisse) gezeichnet und bis zur Abszissenachse durchgeführt. Man ersieht aus ihr, daß die Kurve in der Tat diese Achse bei $v = 2.8$ bis 2.9 schneidet. Es wäre von großem Interesse, durch wirkliche Messungen ganz nahe an der Erdoberfläche den Wert von v zu ermitteln. Auf dem Versuchsfelde bei Nauen könnte eine solche Messung allerdings nicht gemacht werden, weil das Gelände mit Gras von wechselnder Höhe bewachsen ist; in nacktem und festem Boden aber ließe sich ein kleines Anemometer sehr wohl so aufstellen, daß das Schalenkreuz nur wenige Zentimeter über dem Boden rotierte[1].

Wenn die Luft in horizontalen Fäden und Flächen dahinströmte, von Wirbeln nicht durchsetzt wäre, müßte die Windgeschwindigkeit am Boden sehr gering sein. Da aber fast immer eine vertikale Komponente wirksam ist und, wie schon aus der Bildung von Kräuselungen und Wellen auf Wasseroberflächen ersichtlich wird[2], die absteigende Bewegung häufig auftritt und kräftig werden kann, so muß die Geschwindigkeit des Windes an der Erdoberfläche einen namhaften Betrag haben. In dieser Beziehung unterscheidet sich also die Luftbewegung wesentlich von der Wasserbewegung in Flüssen: denn, wenn an der Flußsohle die Geschwindigkeit auch nicht gleich Null ist, wie immer noch einige Hydrauliker annehmen, so erreicht sie doch nur kleine Werte.

In der ersten Mitteilung kam ich zu dem Schluß, daß gewissermaßen als Normalhöhe für ein Anemometer in ebenem und freien Gelände die Höhe von 16 m über dem Boden gelten und auch leicht eingehalten werden kann, da feste Masten aus Eisengitterwerk von solcher Höhe schon vielfach hergestellt werden. Deshalb suchte ich nun für das Stück der Windgeschwindigkeitskurve oberhalb 16 m einen mathematischen Ausdruck, der eventuell gestatten würde, auch für andere Orte, an denen Anemometer in 16 m Höhe aufgestellt sind, die Änderungen mit der Höhe zu berechnen. Ich benutzte also die Werte von v für 16, 32, 123, 258 m und fand die einfache und bequeme Formel

[1] Ein paar solcher Versuche sind von Th. Stevenson in Edinburg auf einem Haferfelde (zum Teil ehe die Saat aufgegangen war) gemacht worden; er hat aber die Versuchsanordnung nicht genau genug beschrieben, um die Bedeutung der Zahlenergebnisse richtig erfassen zu können. Von den neun bis zur Höhe von 15.5 m sich erstreckenden Messungen kommen folgende vier hier in Betracht.

Das an den Erdboden gesetzte Instrument (»instrument placed on the ground«, — ob aber wirklich $h = 0$ war, wird nicht gesagt) zeigte 44 v. H. der Windgeschwindigkeit in 3.05 m. In der Höhe von 0.15 m gab das Instrument einmal 78 v. H. der Geschwindigkeit in 0.76 m, bei einem zweiten Versuch 84 v. H. der Geschwindigkeit in 0.91 m und beim dritten Versuch 79 v. H. der Geschwindigkeit von 1.07 m. (Journ. Scott. Meteorol. Soc. V, 348.)

[2] Das »Einfallen« des Windes kann man an der Oberfläche von Seen und Flüssen besonders gut beobachten, auf dem Lande im Herbst, wenn Laub am Boden liegt.

$$\frac{v}{v_0} = \sqrt[5]{\frac{h}{h_0}}\,,$$

d. h. die mittleren Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen verhalten sich zueinander wie die fünften Wurzeln aus den Höhen.

Da $v^5 = \frac{v_0^5}{h_0}\cdot h = ah$ ist, entspricht der obere Teil der Kurve einer Parabel höherer Ordnung, und der Geschwindigkeitszuwachs mit der Höhe wird berechnet aus $\frac{dv}{dh} = \frac{a}{5v^4}$; in 100 m Höhe beträgt er z. B. nur noch 0.013 mps für 1 m Erhebung. Für praktische Zwecke wird man für Höhen über 16 m am besten die Formeln $v = 2.7\sqrt[5]{h}$ und $\frac{dv}{dh} = 0.54\, h^{-\frac{4}{5}}$ benutzen.

Geht man von $h_0 = 16$ m aus, so ergibt die Rechnung im Vergleich mit der Beobachtung

$h =$		32	123	258 m
$v =$	Rechnung	5.39	7.05	8.18 mps
	Beobachtung	5.40	7.02	8.26

also eine gute Übereinstimmung. Wird $h_0 = 32$ m als Ausgangspunkt gewählt, so findet man

$h =$		16	123	258 m
$v =$	Rechnung	4.70	7.07	8.20 mps
	Beobachtung	4.69	7.02	8.26

also gleichfalls in guter Übereinstimmung.

Die Formel gilt, wie bemerkt, nur für Höhen über 16 m; daß sie wahrscheinlich bis zu rund 500 m richtig ist, wird sich weiter unten zeigen. Fragt man nach der Höhe, in der die Windgeschwindigkeit doppelt so groß ist als unten, so findet man $h = 2^5 h_0 = 32 h_0$, also von $h_0 = 16$ m ausgehend die Höhe von 512 m.

Ob die gefundene Beziehung zwischen Höhe und Windgeschwindigkeit allgemeinere Gültigkeit hat oder nur für das ganz ebene Gelände bei Nauen gilt, muß zunächst dahingestellt bleiben. Ich glaube, das einfache und gesetzmäßige Verhalten zeigt sich hier deshalb, weil alle fünf Instrumente gleichmäßig und sehr frei aufgestellt sind und weil das flache Land rings um die Station unbebaut ist, die Luftströmungen also von allen Seiten ungehinderten Zutritt haben.

Wenn an anderen Orten, aus denen Windmessungen aus verschiedenen Höhen vorliegen, die Windgeschwindigkeit mit der Höhe rascher zunimmt als beim Nauener Versuchsfeld, so liegt das m. E. hauptsächlich an einer nicht genügend freien Aufstellung der unteren Anemometer, die deshalb eine zu geringe Windgeschwindigkeit angeben. Das ist sicherlich der Fall beim Anemometerpaar Eiffelturm—Bureau Central Météorologique in Paris, das eine viel zu große Geschwindigkeitszunahme ergibt, weil das untere Anemometer auf dem Gebäude inmitten der großen Stadt, die noch dazu in einem Becken liegt, nicht frei genug steht[1]. In ähnlicher Weise scheint besonders das unterste (18 m) der drei von Hergesell in Straßburg aufgestellten Anemometer im Verhältnis zum obersten auf dem Turm des Münsters zu geringe Werte zu liefern, weil der störende Einfluß der Stadt in der Höhe von 18 m noch zu mächtig ist[2].

Ich habe nun obige Formel zur Extrapolation einiger Werte von v für größere Höhen benutzt, zunächst für $h = 305$, die Höhe des Anemometers auf dem Eiffelturm. Geht man von $h_0 = 123$ aus, so ergibt sich $v = 8.42$, von $h_0 = 258$ m etwas mehr, nämlich 8.54, also im Mittel 8.48 mps. Der beobachtete Wert ist 8.71. Die Differenz zwischen beiden könnte größer sein; denn der Eiffelturm liegt dem Ozean und dem Kanal so nahe, daß daselbst die Stärke der Luftbewegung in 305 m Höhe größer sein wird als in derselben Höhe über Nauen. Es wäre sehr wohl möglich, daß der wirkliche Betrag der Windgeschwindigkeit in dieser Höhe etwas größer ist als der

[1] Angot gibt nach sechsjährigen gleichzeitigen Beobachtungen für die Spitze des Eiffelturmes (305 m) das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit zu 8.71, für das nahegelegene Bureau Central, auf dessen Dach das Anemometer in einer Höhe von 21 m über dem Boden steht, aber nur zu 2.15 mps an.

[2] Hergesell gibt in »Das Wetter«, Assmann-Sonderheft, Berlin 1915, nach mehrjährigen Messungen folgende Jahresmittel der Windgeschwindigkeit an: 18 m (Schornstein, außer Gebrauch) 2.76, 52 m (Wasserturm) 4.23, 144 m (Münsterspitze) 5.99 mps. Geht man von der untersten Station aus und berechnet nach meiner Formel die Windgeschwindigkeit für die oberste, so findet man nur 4.18, also viel zu klein, nicht einmal so groß wie der an der mittleren Station gemessene Wert. Geht man von der mittleren Station aus, so findet man für die Münsterspitze 5.19, also schon einen dem Messungsergebnis näher liegenden Wert. Nimmt man aber an, daß die Messung auf der Münsterspitze durch die Stadt nicht mehr oder nur wenig beeinflußt wird, so kann man umgekehrt von $h = 144$ m ausgehend die Werte von v für die tieferen Höhen berechnen. Man findet 4.89 für 52 m und 3.95 für 18 m. Die Unterschiede zwischen diesen berechneten und den gemessenen Werten fasse ich als ein Maß für die Reibung auf, welche die über die Stadt Straßburg wehende Luft in genannten Höhen über dem Boden erleidet. Beim Wasserturm in 52 m Höhe macht die Differenz 13 v. H. und beim Schornstein in 18 m Höhe 30 v. H. des berechneten Wertes aus. Das zeigt wieder, wie schwer es ist, in großen Städten Anemometer gut aufzustellen (vgl. meine erste Mitteilung S. 417), und daß dann weniger die Höhe des Instrumentes über dem Erdboden als über dem mittleren Niveau der Dächer maßgebend ist.

gemessene; denn da der Turm im unteren Teil stark ausladet, müssen bei sonnigem Wetter diese Eisenteile sich stark erwärmen und die Bildung aufsteigender Luftströme, die den Wind oben schwächen, sehr begünstigen. Bei den Nauener Türmen ist eine solche Beeinflussung ausgeschlossen.

Sodann habe ich die Windgeschwindigkeit für 500 m Seehöhe (d. h. 470 m über dem Versuchsfeld) berechnet und dafür 9.25 mps gefunden. Das ist fast genau derselbe Wert, den Coym aus mehrjährigen Aufstiegsbeobachtungen am Aeronautischen Observatorium in Lindenberg (90 km südöstlich von der Telefunkenstation) für diese Seehöhe abgeleitet hat. Die Coymschen Mittelwerte scheinen aber etwas zu hoch zu sein. Ich wollte sie durch Hinzunahme der drei letzten Jahrgänge 1913—1915 sicherer machen, fand aber, daß in diesen die Einzelwerte für alle Höhenstufen kleiner als die langjährigen Mittel ausfielen, so daß es mir zweckmäßiger erschien, aus den letzten drei Jahren besondere Mittel zu bilden. Für 500 m Seehöhe ergibt sich der Wert 8.73 mps[1]. Die Differenz gegen den für Nauen berechneten Wert (9.25) wird teils durch die kontinentalere Lage von Lindenberg, teils durch die Verschiedenheit der Beobachtungsmethoden erklärt. Jedenfalls zeigt diese Überlegung, daß die obige Formel für Höhen bis zu 500 m Werte liefert, die durchaus plausibel erscheinen.

Die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe hat auch eine jährliche und tägliche Periode. Im Winter ist ihr Betrag größer als im Sommer und ebenso in der Nacht größer als am Tage. Aus Tabelle 5 entnehme ich folgende Werte der Windgeschwindigkeit in den fünf Höhen:

	2 m	16 m	32 m	123 m	258 m
Kalte Jahreshälfte	3.73	5.14	5.84	7.30	9.21 mps
Warme »	2.93	4.24	4.97	6.91	7.42

Die Ableitung einer mathematischen Formel habe ich unterlassen, weil die Zahlenwerte aus weniger Tagen mit vollständigen Registrie-

[1] Ich gebe hier zum Vergleich mit den von Coym abgeleiteten Werten die aus den drei Jahren 1913—1915 berechneten.

	122 m	500 m	1 000 m	1 500 m	2 000 m	2 500 m	3 000 m
Coym	5.2	9.3	9.6	9.7	10.0	10.5	11.0
1913—1915	5.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.5	9.8

Der Grund für das abweichende Verhalten liegt wahrscheinlich darin, daß die alten Mittel aus Aufstiegsbeobachtungen abgeleitet wurden, die meistens am Morgen stattfanden, während in den letzten Jahren dreimal am Tage (morgens, mittags und abends) solche gemacht wurden. Da die Werte für die Höhenstufen nach der Gradientenmethode abgeleitet, also die für 500 m auf das Anemometer an der Station bezogen sind, ergibt sich wegen der verschiedenen täglichen Periode der Windgeschwindigkeit am Boden und in der Höhe gerade für den frühen Morgen ein großer Gradient.

rungen abgeleitet sind als beim Gesamtmittel und darum noch nicht so genau sind wie dieses.

Die Umkehr im täglichen Gange der Windgeschwindigkeit oberhalb der Umkehrzone bewirkt es, daß das Maximum oben mit dem Minimum unten und umgekehrt das Minimum oben mit dem Maximum unten zeitlich fast zusammenfallen (vgl. Figur). Daraus ergibt sich eine stark ausgesprochene tageszeitliche Verschiedenheit im Ausmaß der Geschwindigkeitszunahme, deren Extreme gegen Mittag und Mitternacht eintreten. Die Zahlen sind folgende:

		2 m	16 m	32 m	123 m	258 m	258 weniger 2 m
Kalte Jahreshälfte	12–1p	4.60	5.87	6.35	6 67	8.13	3.53 mps
	11–12p	3.43	4.93	5.74	7.58	10.45	7 02
Warme Jahreshälfte	12–1p	4.06	5.20	5.69	6.26	6.43	2 37
	12–1a	2.05	3.54	4.57	7.77	9.60	7.55

Die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist also in der kalten Jahreshälfte um Mitternacht doppelt so groß und in der warmen Jahreshälfte sogar reichlich dreimal größer als um Mittag.

Die Untersuchung der Verhältnisse bei besonderen Witterungslagen und der gar nicht so seltene Fall, daß in der oberen Schicht von 123 bis 258 m Höhe Isanemie oder gar Abnahme der Geschwindigkeit herrscht, behalte ich einer weiteren Mitteilung vor.

Über die angebliche Zunahme der Blitzgefahr.

Von G. Hellmann.

Vor nahezu einem halben Jahrhundert wies W. von Bezold auf eine fast stetige Zunahme der durch Blitz verursachten Brände in Bayern hin und machte damit den ersten Versuch, die Brandversicherungsstatistik für die Gewitterkunde zu verwerten (Poggendorffs Annalen 1869, Bd. 136). Dies gab die Veranlassung zu einer großen Zahl ähnlicher Untersuchungen für andere Teile Deutschlands, an denen sich Meteorologen, Physiker, Statistiker und Versicherungstechniker beteiligten. Alle kamen zu dem Ergebnis, daß die Zahl der Blitzbeschädigungen rascher als die Zahl der Gebäude wachse und daß somit die Blitzgefahr zunähme. W. von Bezold behandelte die Frage noch zweimal ausführlich in der Münchener Akademie (Sitzungsber., II. Kl., 1874 und Abhandl., II. Kl., 1884) und sodann in der Berliner Akademie, in deren Sitzungsberichten er 1899 eine Abhandlung »Über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre« veröffentlichte. Er kam darin u. a. zu folgendem Ergebnis: » . . . es steht fest, daß die Vermehrung der Schadenblitze sowohl auf eine Zunahme der Tage mit solchen als noch mehr auf eine Steigerung der Gefährlichkeit der einzelnen Gewittertage zurückzuführen ist. Man kann demnach sagen: Die Gewitter haben an Häufigkeit und zugleich an Heftigkeit zugenommen.« Er hat diese Arbeit in seine »Gesammelten Abhandlungen« aufgenommen, die 1906, ein halbes Jahr vor seinem Tode, erschienen, ohne ihr, wie bei andern, einen berichtigenden Nachtrag hinzuzufügen: er muß also bis zuletzt an dieser Ansicht festgehalten haben. Es waren aber damals schon einige Untersuchungen erschienen, die darauf hinwiesen, daß die Zunahme der Blitzbeschädigungen an Gebäuden (Brände und Beschädigungen durch »kalte« Schläge) keine ganz allgemeine sei und eine Steigerung in der Gewittertätigkeit nicht als Ursache zu haben brauche.

Ich selbst hatte 1886 in der Zeitschrift des Preußischen Statistischen Bureaus »Beiträge zur Statistik der Blitzschläge in Deutschland« veröffentlicht, in denen ich u. a. zeigte, daß in einzelnen Teilen Deutsch-

lands die Zahl der Blitzbeschädigungen abgenommen hatte, und daß die Zahl der vom Blitz getöteten Personen gleichfalls keine allgemeine Zunahme der Blitzgefahr erkennen läßt. Später veröffentlichte der Stuttgarter Meteorologe A. von Schmidt im Verein mit dem Statistiker H. von Zeller eine leider zu wenig beachtete Arbeit über »Die Brandfälle und ihre Ursachen in Württemberg« (Württ. Jahrb. f. Statistik u. Landeskunde, 1899. Heft 2), in der sie auf Grund eines reichen Materiales den Nachweis lieferten, daß die Steigerung der Blitzgefahr der meteorologischen Bedeutung entbehrt, weil dieselben sozialen Veränderungen, welche eine physikalisch scheinbare Zunahme der andern Brandursachen erklären lassen, auch eine noch größere scheinbare Zunahme der Blitzgefahr mit erklären.

Sodann hat 1907 Erk, ein Schüler und Nachfolger von Bezolds in München, an demselben bayerischen Material, das dieser benutzt hatte, gezeigt, daß die Häufigkeit der zündenden Blitze, ausgedrückt in Prozenten der Zahl der Brandfälle überhaupt, keine Zunahme aufweist, sondern ohne gesetzmäßige Abweichung um den gleichen Mittelwert von 5.4 v. H. schwankt (Bericht über d. Zentralversammlung d. landw. Ver. in Bayern, Sept. 1907). Den analogen Beweis für Preußen führte Langbeck 1911 in der Meteorologischen Zeitschrift.

Durch diese Arbeiten war eigentlich schon endgültig erwiesen, daß die Zunahme der Blitzgefahr eine scheinbare ist, die nicht durch meteorologische oder gar kosmische Erscheinungen, sondern durch soziale Verhältnisse verursacht wird.

Wenn ich auf den Gegenstand hier nochmals zurückkomme, so geschieht es deshalb, weil mir neuerdings ein bis auf die Jetztzeit fortgeführter Nachweis über die Anzahl der im Königreich Preußen vom Blitz getöteten Personen bekannt geworden ist, aus dem sich an der Hand der Gewitterforschung des Preußischen Meteorologischen Instituts der Schluß ziehen läßt, daß von einer Zunahme der Blitzgefährdung für den Menschen keine Rede sein kann und daß auch die Schwankungen in der Zahl der Blitztötungen denen in der Zahl der Gewitter entsprechen.

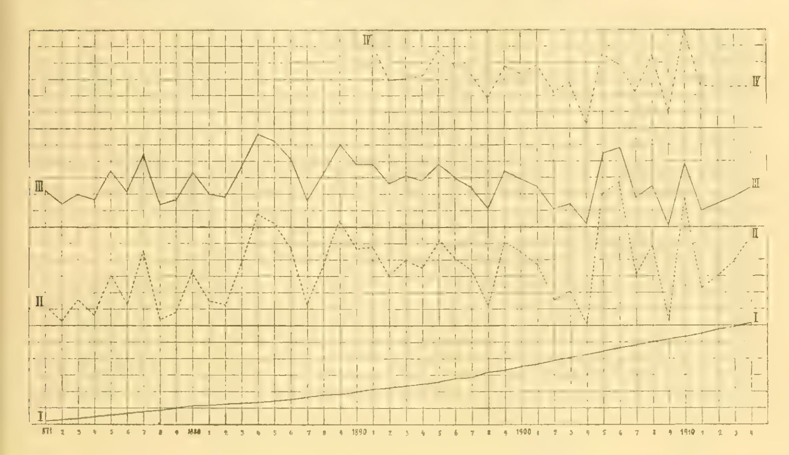
Da Todesfälle durch Blitz immer zur amtlichen Anzeige kommen, was bei den Blitzbeschädigungen an Gebäuden durchaus nicht der Fall ist, darf die Statistik der Blitztötungen eine besonders große Genauigkeit für sich in Anspruch nehmen. Deshalb wird den aus ihr gewonnenen Ergebnissen stets der Vorzug vor denjenigen zu geben sein, die aus der Statistik der Gebäudebeschädigungen durch Blitz abgeleitet werden, zumal bei dieser verschiedene Faktoren, wie Art und Dichte der Siedelung, Beschaffenheit der Dachung usw., einen großen Einfluß ausüben.

Der genaue Nachweis der Todesfälle durch Blitz im Königreich Preußen nimmt 1869 seinen Anfang; da aber das Jahr 1870 nicht gut verwertbar ist, weil vom Juli ab ein großer Teil der männlichen Bevölkerung außerhalb des Landes war, gebe ich in der nachfolgenden Tabelle die Zahlen erst von 1871 an. Entnommen wurden sie meiner oben angeführten Abhandlung und der Zeitschrift des Preuß. Statistischen Landesamts 1915. Die Angabe für das Jahr 1914, die ähnlich der von 1870 mit den vorhergehenden nicht streng vergleichbar ist, wurde mir vom genannten Amt schriftlich mitgeteilt. In der zweiten Spalte der nachfolgenden Tabelle steht die Bevölkerungsziffer in ganzen und zehntel Millionen, in der dritten die Zahl der auf eine Million Einwohner entfallenden Blitztötungen und in der vierten die Zahl des von den »Gewitterstationen« durchschnittlich gemeldeten Gewittererscheinungen. Letztere beruht auf den Beobachtungen von rund 1500 Stationen in Norddeutschland, die von 1891 an räumlich so gut verteilt sind, daß nur wenige lokale oder erratische Gewitter von ihnen nicht gemeldet worden sein dürften. Das Fortschreiten der meisten Gewitter in breiter Front gibt eine große Gewähr dafür, daß sie der Aufmerksamkeit mehrerer Beobachter zugleich nicht entgehen. Und aus diesem Grunde macht es für die vorliegende Untersuchung

Jahr	Zahl der Blitztötungen	Bevölkerung in Millionen	Blitztötungen auf 1 Million	Mittlere Zahl der Gewittermeldungen	Jahr	Zahl der Blitztötungen	Bevölkerung in Millionen	Blitztötungen auf 1 Million	Mittlere Zahl der Gewittermeldungen
1871	103	24.6	4.2		1893	160	31.1	5.1	27.2
1872	85	24.9	3.4		1894	150	31.5	4.8	27.7
1873	111	25.2	4.0		1895	184	31.9	5.8	32.2
1874	93	25.4	3.7		1896	161	32.4	5.0	29.7
1875	140	25.7	5.4		1897	146	32.9	4.4	28.0
1876	106	26.0	4.1		1898	103	33.4	3.1	23.4
1877	171	26.4	6.4		1899	182	33.9	5.4	29.2
1878	87	26.7	3.3		1900	169	34.5	4.9	28.0
1879	96	27.0	3.6		1901	154	35.0	4.4	29.6
1880	145	27.3	5.3		1902	110	35.6	3.1	24.3
1881	109	27.5	4.0		1903	121	36.2	3.4	26.3
1882	104	27.7	3.8		1904	82	36.7	2.2	18.8
1883	157	27.9	5.6		1905	241	37.3	6.5	31.6
1884	217	28.1	7.7		1906	256	37.9	6.8	29.7
1885	204	28.3	7.2		1907	142	38.4	3.7	24.6
1886	175	28.6	6.1		1908	177	39.0	4.5	31.4
1887	104	29.0	3.6		1909	84	39.6	2.1	20.8
1888	152	29.3	5.2		1910	236	40.2	5.9	35.9
1889	207	29.6	7.0		1911	124	40.7	3.0	25.7
1890	173	30.0	5.8		1912	140	41.3	3.4	25.4
1891	176	30.3	5.8	33.2	1013	158	41.9	3.8	25.5
1892	140	30.7	4.6	26.9	1914	*186*	*42.5*	*4.4*	25.5

auch nicht viel aus, daß die Gewitterbeobachtungen sich auf ganz Norddeutschland, mit Ausschluß des Königreichs Sachsen, die Todesfälle durch Blitz aber nur auf das Königreich Preußen beziehen.

Die beigegebene graphische Darstellung läßt den Zusammenhang der Zahlenreihen untereinander am besten übersehen.



I. Bevölkerung des Königreichs Preußen in Millionen.
II. Zahl der in Preußen vom Blitz getöteten Personen.
III. Blitztötungen auf eine Million der Bevölkerung.
IV. Mittlere Zahl der Gewittermeldungen von rund 1500 Stationen in Norddeutschland.

Während die Bevölkerungsziffer stetig ansteigt, von 24.6 Millionen im Jahre 1871 zu 41.9 Millionen im Jahre 1913[1], weist die Zahl der Blitztötungen sehr große Schwankungen von Jahr zu Jahr auf. Sie sinkt z. B. von 1877 zu 1878 auf die Hälfte herab (171:87); von 1904 zu 1905 verdreifacht sie sich (82:241), und in den drei Jahren 1908—1910 macht sie so gewaltige Sprünge, wie 177, 84, 236.

Die absolute Zahl der jährlich vom Blitz getöteten Personen hat in dem betrachteten Zeitraum von 1871 bis jetzt natürlich zugenommen, aber im Verhältnis erheblich weniger als die Bevölkerung. Bei dieser beträgt die Zunahme rund 70 v. H., bei den Blitztötungen, wenn das erste mit dem letzten Jahrzehnt verglichen wird, nur 46 v. H. Vergleicht man die Relativzahlen, d. h. die auf 1 Million Bewohner entfallende Zahl von Blitztötungen im ersten und im letzten Jahrzehnt, um sich von den Zufälligkeiten einzelner Jahre freizumachen, so findet man die Werte 4.3 bzw. 4.2.

---

[1] Ich lasse das Jahr 1914 absichtlich außer Acht, weil die darauf bezüglichen Angaben unsicher sind.

Der Durchschnitt aus den 44 Jahren 1871 bis 1914 beträgt 4.7 Blitztötungen auf 1 Million Einwohner. In den fünfjährigen Mitteln schwankt diese Relativzahl in folgender Weise

1871—1875	4.1	1886—1890	5.5	1901—1905	3.9
1876—1880	4.5	1891—1895	5.2	1906—1910	4.6
1881—1885	5.7	1896—1900	4.6	1911—1914	(3.7)

Da die Mehrzahl der vom Blitz getöteten Personen der männlichen ländlichen Bevölkerung[1] angehört, würde es zweckmäßig sein, diesen Anteil mit einem größeren Gewicht zu berücksichtigen, allein, es fehlen mir dazu die erforderlichen numerischen Grundlagen. Es läßt sich aber so viel sagen, daß das Anwachsen der Bevölkerungsziffer alsdann etwas langsamer erfolgen würde, indessen immer noch erheblich schneller als das der Blitztötungen.

Aus diesen Betrachtungen geht also unzweifelhaft hervor, daß die Blitzgefahr für den Menschen in Preußen nicht zugenommen hat[2].

Der Vergleich der beiden Reihen von Relativzahlen in der dritten und vierten Spalte und noch besser ihre graphische Darstellung zeigt deutlich, daß die Schwankungen in der jährlichen Zahl der Blitztötungen hauptsächlich von der wechselnden Gewittertätigkeit abhängen.

[1] Von 100 vom Blitz getöteten Personen in Preußen sind durchschnittlich 66 männlich und 34 weiblich. In Frankreich ist das Verhältnis 73 : 27, ein Zeichen, daß verhältnismäßig weniger Frauen auf dem Felde arbeiten als in Preußen.

[2] Diese Schlußfolgerung gilt auch für Schweden, wie ich in meiner oben angezogenen Arbeit zeigen konnte, sowie für Frankreich, wie folgende Zahlen beweisen, die ich dem Werke von C. Flammarion, Les phénomènes de la foudre (1906) entnehme. Sie stellen die vom Blitz in Frankreich getöteten Personen vor, also ohne Reduktion auf die gleiche Bevölkerungsziffer. Da aber die Zunahme der Bevölkerung in Frankreich klein ist (1881 37.67, 1900 38.84 Millionen), so sind die Zahlen nahezu unter sich vergleichbar

1871	117		1881	101		1891	123	
1872	108		1882	94		1892	187	
1873	117	126.2	1883	143	128.0	1893	155	141.6
1874	178		1884	174		1894	117	
1875	112		1885	128		1895	126	
1876	94		1886	109		1896	137	
1877	106		1887	119		1897	140	
1878	100	106.6	1888	93	115.8	1898	100	128.2
1879	86		1889	129		1899	123	
1880	147		1890	129		1900	141	

Die Schwankungen von Jahr zu Jahr sind nicht ganz so groß wie in Preußen, auch ist die absolute Blitzgefahr etwas geringer: 3.3 auf 1 Milllion Bewohner.

Beide Kurven zeigen im allgemeinen denselben Verlauf. Die plötzlichen Auf- und Abstiege treten in beiden zur selben Zeit ein[1], keinem Höchststand der einen Kurve entspricht ein Niedrigststand der anderen. Aber im einzelnen gibt es viele kleine Verschiedenheiten im Verlauf der Zahlen und der Kurven, so daß ein strenger Parallelismus zwischen beiden nicht herrscht. Eine einfache Überlegung lehrt auch sofort, daß eine genaue Proportionalität zwischen der Zahl der Blitztötungen und der Zahl der Gewittermeldungen nicht bestehen kann.

Da, wie schon erwähnt, der Blitz hauptsächlich in der Landbevölkerung seine Opfer findet, während diese im Freien arbeitet, muß die jahreszeitliche Verteilung der Gewitter von einigem Einfluß sein[2]. Wenn es im Frühling und Herbst relativ viel Gewitter gibt, wird die Blitzgefahr unter sonst gleichen Umständen etwas geringer sein, als wenn der Sommer gewitterreich ist. Ebenso kann die Tageszeit, zu der die Gewitter auftreten, nicht ganz ohne Belang sein; gibt es relativ viel Abend- und Nachtgewitter, so werden sie weniger Opfer fordern als die tagsüber sich entladenden. Solche unregelmäßige jahres- und tageszeitliche Verteilungen der Gewitter kommen nach Ausweis unserer Gewitterstatistik gar nicht selten vor. Vor allem muß aber die verschiedene Dauer und Heftigkeit der Gewitter Ungleichheiten in dieser Hinsicht bewirken. Wenn auch diese Seite der Gewitterforschung noch wenig verbürgte numerische Unterlagen zu liefern vermag, so ist doch zur Genüge bekannt, daß alle möglichen Abstufungen in der Intensität der Gewittererscheinungen vorkommen. Es gibt kurze Gewitter mit ganz wenigen elektrischen Entladungen und langdauernde mit Hunderten davon. Aber auch die bloße Zahl der Entladungen ist für die vorliegende Frage nicht maßgebend. Wenn diese nur zwischen den Wolken stattfinden, sind sie für den Menschen ungefährlich. Nur die zur Erde niedergehenden, die sogenannten Blitzschläge, kommen in Betracht. Es mangelt uns aber noch jede Kenntnis darüber, wie groß ihr Prozentsatz ist, warum sie bald zahlreich, bald selten auftreten. Wir wissen nur, daß bisweilen große Frontgewitter mit zahlreichen elektrischen Entladungen keinen Blitz-

[1] Aus diesem Grunde habe ich eine Ausgleichung der Zahlenreihe und eine Glättung der Kurven unterlassen. Die Übereinstimmungen im großen und die Abweichungen im kleinen treten so viel besser hervor.

[2] R. Süring hat in einem Artikel »Gewitter und deren Gefahren« (Deutsche Revue 1910) darauf hingewiesen, daß möglicherweise die Belehrung über Blitzgefahr die Landbevölkerung zu größerer Vorsicht erzogen hat. Ein solcher Einfluß ist wohl denkbar, doch möchte ich glauben, daß er bis jetzt noch nicht groß sein kann und erst in späterer Zeit sich vielleicht äußern wird, wenn in den Landschulen mehr Wetterkunde getrieben und dabei auch das Verhalten bei Gewitter erörtert wird.

schaden anrichten, während viele sonst unbedeutende Gewitter geradezu verheerend wirken können[1].

Außerdem spielen bei den Blitztötungen allerlei Zufälle mit, die sich kaum in Rechnung ziehen lassen. Wenn z. B. mehrere Personen, die unter einem einsam stehenden Baum Schutz gesucht haben, zugleich vom Blitz getötet werden oder wenn der Blitz in marschierende Truppen einschlägt, usw.

Aus allen diesen Gründen ist ein strenger Parallelismus zwischen der jährlichen Zahl der vom Blitz Erschlagenen und der Zahl der Gewittermeldungen nicht möglich. Ich habe auch eine so weitgehende Übereinstimmung im Verlauf der beiden Zahlenreihen, wie sie sich hier zeigt, gar nicht erwartet. Sie ist so groß, daß sie gestattet, umgekehrt aus der Zahl der Blitztötungen Schlüsse zu ziehen auf die Gewittertätigkeit in den Jahren vor 1891, in denen kein so dichtes Netz von Gewitterbeobachtungsstationen bestand. So muß z. B. in den Jahren 1884 und 1885 die Gesamtzahl der Gewitter in Preußen groß, in den Jahren 1878 und 1879 aber klein gewesen sein. Aus den Aufzeichnungen der damals schon bestehenden Stationen höherer Ordnung, deren Zahl etwa 150 war, lassen sich solche allgemeinen Schlüsse für das ganze Land nicht ziehen.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß auch die in obiger Tabelle gegebene Zahl der Gewittermeldungen seit 1891 keinerlei systematische Zunahme erkennen läßt.

Wenn also unter der Heftigkeit der Gewitter im Bezoldschen Sinne die Zahl der durch sie verursachten Blitzschäden verstanden wird, so kommt auch die vorliegende Untersuchung zu dem Ergebnis, daß die oben angeführte Schlußfolgerung Bezolds »die Gewitter haben an Häufigkeit und zugleich an Heftigkeit zugenommen« unhaltbar ist.

[1] Bei den kurzen Wintergewittern gibt es relativ viel Blitzschläge. Es wäre sehr erwünscht, wenn einmal die Gewitter auf das Vorkommen von Blitzschlägen untersucht würden.

Ausgegeben am 8. März.

1917.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. Lüders las über »Nepalesische Sprachen«.

Die nepalesischen Sprachen werden charakterisiert und insbesondere die gegenseitigen Beeinflussungen des arischen Khas und des der tibetobirmanischen Familie angehörigen Gurung besprochen. Es wird auch der Versuch gemacht, aus der Sprache die ältere Kultur des Gurung-Stammes zu erschließen.

2. Hr. Schäfer überreichte außer einer Anzahl kleinerer Schriften sein Werk: Bismarck. Ein Bild seines Lebens und Wirkens. Bd. 1. 2 (Berlin 1917).

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hr. Axel Olrik in Kopenhagen ist am 17. Februar verstorben.

Ausgegeben am 8. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1917 XII. XIII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 11, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

8. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

1. Hr. Brauer las Über Doppelbildungen des Skorpions (*Euscorpius carpathicus* L.).

Verfasser beschrieb verschiedene Typen von Doppelbildungen des Skorpions, die sich in ihrem Bau eng an die bei Wirbeltieren beobachteten anschließen, und erklärte ihre Entstehung aus einer frühen Sonderung der Furchungszellen.

2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Hermann Weyl in Zürich vor: Über die Starrheit der Eiflächen und konvexen Polyeder. (Ersch. später.)

Der Verfasser vereinfacht den Beweis für den Satz, daß sich eine geschlossene konvexe Fläche nicht verbiegen läßt.

Über Doppelbildungen des Skorpions (Euscorpius carpathicus L.).

Von August Brauer.

In dem Material, das ich mir 1892 und 1893 bei Triest und Torbole für eine Untersuchung der Entwicklungsgeschichte des Skorpions (*Euscorpius carpathicus* L.) gesammelt hatte, und das mehr als 5000 Embryonen umfaßte, fand ich auch 13 Doppelbildungen, die deshalb Interesse verdienen, weil solche bei Wirbellosen selten beobachtet sind und in ihrer Gestaltung sich eng an die bei Wirbeltieren beobachteten Typen anschließen.

Bevor ich sie beschreibe, will ich kurz den Entwicklungsgang des Skorpions (vgl. meine Arbeiten 1894 und 1895), soweit er zum Verständnis der Doppelbildungen notwendig ist, darstellen. Die Eizellen liegen anfangs im Epithel der Eiröhre, verlagern sich vor der Reifung in die Tiefe, buchten die Wand der Eiröhren nach außen vor und, indem benachbarte Zellen sich um die Eizellen lagern, wird jede von einem Follikel umgeben, der durch einen soliden Stiel mit der Eiröhre in Verbindung bleibt. Im Follikel erhalten die Eier ihren Nährdotter, wachsen heran, machen ihre Reifung durch und werden befruchtet, wobei die Stielzellen des Follikels auseinanderrücken und einen Kanal zum Eintritt der Spermatozoen bilden. Im Follikel vollzieht sich weiter auch die Furchung und die Anlage der Keimblätter und der Geschlechtsdrüsen, und erst wenn Amnion und Serosa sich bilden, verlagern sich die Embryonen durch den Kanal des Stiels aus dem Follikel in die Eiröhren, wo sie ihre weitere Entwicklung durchmachen. Der Skorpion ist vivipar.

Die Eier sind meroblastisch, die Furchung diskoidal. Sie vollzieht sich an dem der Eiröhre zugewandten Pol. Es bilden sich 2, 4, 8, 16 usw. Zellen, und als Endresultat entsteht eine runde Keimscheibe. Wenn das Ei in die Eiröhre sich gelagert hat, nimmt die Scheibe ovale Form an, und damit ist wenigstens die Medianebene, die mit dem größten Durchmesser zusammenfällt, gegeben. Bald ist eine weitere Orientierung möglich, indem zwei Querfurchen auftreten.

die die Scheibe in drei Abschnitte sondern. Der größte und vorderste enthält die Anlage des Kopfes plus dem Cheliceren-Segment, der zweite die des zweiten oder Pedipalpen-Segments und der letzte das Material für die übrigen Segmente. Von diesem letzteren sondern sich dann nacheinander von vorn nach hinten die Brustsegmente, dann die des Prä- und endlich des Postabdomens, das sich nach vorn umschlägt. Es werden jederseits bald die Anlagen der Ganglien und der Extremitäten sichtbar. Vom vordersten Abschnitt sondert sich das Cheliceren-Segment ab, und der Rest bildet die Anlage des Kopfes, die bald die zwei Kopflappen, die sogenannten Scheitelgruben, und die Anlage der Oberlippe erkennen läßt.

Während dieser Veränderungen wächst die Keimscheibe, die anfangs nur an einem Pol des Eis lag, nach hinten bis zum andern Pol aus und noch darüber hinaus, und zwar fast ausschließlich mit dem Rumpfteil, während der Kopfteil seine ursprüngliche Lage am Pol nur wenig verändert.

Da infolge dieser Lage die Keimscheibe außer auf den frühesten Stadien sich nicht auf einmal übersehen läßt, habe ich sie in den Figuren in einer Ebene ausgebreitet.

Betrachten wir jetzt die Doppelbildungen! In allen Fällen handelt es sich um sogenannte eineiige Zwillinge, also die beiden Individualteile, wie E. Schwalbe die beiden Komponenten einer Doppelbildung bezeichnet, sind aus einem Ei hervorgegangen, das sich gar nicht oder wenig in bezug auf die Größe von den andern Eiern desselben Tieres unterscheidet. In vier Fällen befinden sie sich noch in der Furchung, in den übrigen dagegen auf einem älteren Stadium, auf dem die Segmente fast alle oder alle angelegt sind, das Postabdomen nach vorn umgeschlagen ist, die Extremitäten mehr minder weit ausgebildet sind und der natürlich gemeinsame Dotter noch wenig aufgebraucht ist. Bei den beiden ältesten Embryonen sind die Extremitätenanlagen auf dem Abdomen außer dem zu den sogenannten Genitaloperkeln und Kämmen werdenden bereits wieder rückgebildet, und die Segmentierung beginnt auch auf dem Rücken sichtbar zu werden.

Die neun älteren Doppelbildungen, die ich zuerst betrachten will, teile ich in drei Gruppen: 1. in solche, bei denen die beiden Individualteile völlig voneinander getrennt sind, 2. in solche, bei denen nur die vordersten oder nur die hintersten Körperteile voneinander gesondert sind, und 3. in janusähnliche Bildungen.

In die erste Gruppe gehören drei Fälle. In allen sind die beiden Individualteile ungleich stark entwickelt, bei zweien (Fig. 1 und 2) ist der Unterschied nur gering, er tritt aber sofort bei einem Vergleich der Anlagen der Extremitäten und des Postabdomens hervor. Beim

dritten sind dagegen die beiden Individualteile sehr ungleich; der eine ist fast ähnlich weit wie bei den ersten beiden entwickelt, der zweite aber bedeutend schwächer und läßt nur sehr undeutlich Einzelheiten erkennen. Soweit ich glaube mit Sicherheit sagen zu können. sind nur 4—5 Segmente angelegt: Extremitätenanlagen fehlen noch ganz. Man hat den Eindruck, als ob dieser Individualteil infolge der



Fig. 1. Vergr. 19:1.

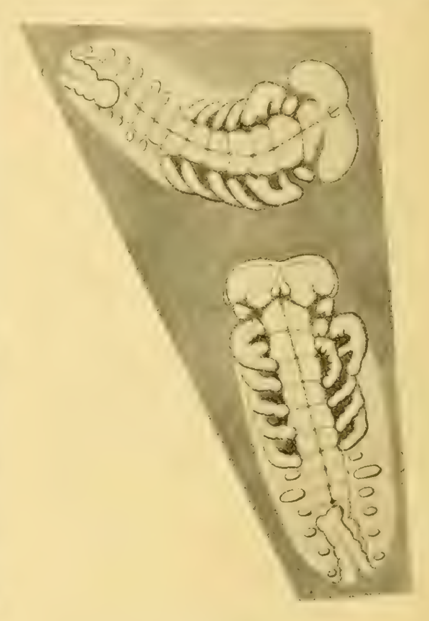


Fig. 2. Vergr. 19:1.

stärkeren Entwicklung des andern in Auflösung begriffen sei. Es ist deshalb möglich. daß hier als Endresultat der Entwicklung nicht eine Doppelbildung entsteht, sondern ein normaler einfacher Embryo.

In den andern beiden Fällen ist die Ausbildung normal. nur bei dem der Figur 2 zeigt die Anlage der Pedipalpen und des ersten Brustbeinpaares eine kleine Störung in der Lage zueinander und in der Gestalt.

Die beiden Individualteile liegen in den drei Fällen verschieden zueinander. In dem nicht abgebildeten Fall liegen sie ziemlich parallel nebeneinander, in dem der Figur 1 stößt der Kopfteil des einen senkrecht auf den Schwanzteil des andern. Wie die Krümmungen beider

und weiter der etwas zusammengedrückte Kopf des jüngeren vermuten läßt, haben sich beide im Auswachsen gegenseitig gehindert. Im Fall der Figur 2 liegen beide mit ihrer Medianachse senkrecht zueinander und der Kopf des einen nahe dem des andern.

Die Erklärung dieser Doppelbildungen ist einfach. Es müssen hier zwei getrennte Keimscheiben vorhanden gewesen sein. Ihre Lage zueinander ist zwar verschieden gewesen, aber stets so, daß beide über den Dotter haben auswachsen können, ohne sich so eng zu berühren, daß eine Vereinigung oder größere Störung als eine Krümmung

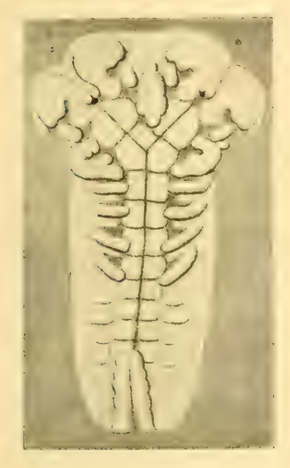


Fig. 3. Vergr. 19:1.



Fig. 4. Vergr. 19:1.

eintreten konnte. Da die Keimscheiben sehr wahrscheinlich beide an demselben Pol nahe einander gelegen haben dürften, so muß im Fall der Figur 1 eine starke Verschiebung der einen durch die andere im Laufe der Entwicklung eingetreten sein. Daß die Entwicklung ungleich rasch bei den beiden Individualteilen verläuft, ist eine Erscheinung, die auch bei Doppelbildungen von Wirbeltieren oft beobachtet ist.

Die zweite Gruppe umfaßt je zwei Fälle von typischer Duplicitas anterior und posterior, von denen die erstere bei Wirbeltieren, besonders bei Fischen, wohl die häufigste Doppelbildung ist. Das eine Mal sind die Köpfe und ein verschieden großer Teil der Brust getrennt, der übrige Körper einheitlich. Das andere Mal ist gerade umgekehrt ein gemeinsamer Kopf und Thorax vorhanden, aber

zwei Hinterleiber. Diese Doppelbildungen sind außerordentlich symmetrisch gestaltet. Bei dem einen Embryo (Fig. 3) sind nur die inneren Pedipalpen und die inneren Ganglien des ersten Brustsegments, bei dem Embryo Fig. 4 nur die inneren zweiten Brustbeine und beim Embryo Fig. 5 die vierten inneren Brustbeine aus je einer Hälfte von beiden Individualteilen zu einem verschmolzen; sonst ist jeder Individualteil, soweit er getrennt ist, völlig normal ausgebildet und gleich weit entwickelt. Bei der Duplicitas posterior ist das Ei im



Fig. 5. Vergr. 19:1.

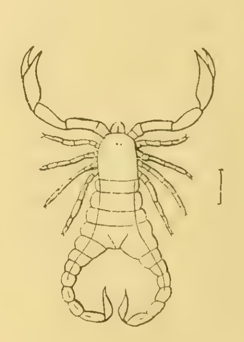


Fig. 6 (nach Pavesi).

hinteren Abschnitt etwas breiter und erscheint dadurch etwas größer als andere Eier desselben Tieres, doch keineswegs derart, daß man eine Entstehung aus zwei Eiern annehmen könnte.

Eine Duplicitas posterior ist auch im Freien beobachtet worden. Pavesi beschreibt einen jungen bei Belluno im September 1878 gefangenen *Euscorpius germanus* Koch, der vom Abdomen an geteilt war. Wie ein Vergleich der Figur 6 mit Figur 5 zeigt, schließt diese Doppelbildung ganz an das von mir gefundene Stadium an.

Wie wohl jetzt die meisten Forscher nehme auch ich an, daß diese Typen nicht durch Spaltung einer Keimscheibe entstehen, sondern durch Verschmelzung entweder der vordern oder der hintern Teile von zwei Keimscheiben. Abgesehen von andern Gründen, die die Annahme einer Spaltung verwerfen lassen (vgl. besonders Sobotta, Marchand, Fischel und Schwalbe), scheinen mir die obengenannten

Verschmelzungen einzelner Teile am Beginn der Trennung der beiden Individualteile durch eine solche Auffassung die einfachste Erklärung zu finden. Die Medianebenen der beiden Keimscheiben müssen zueinander schräg gelegen haben, derart, daß in dem einen Fall die vordern Abschnitte, die die Kopf- und Brustanlagen enthalten, früh miteinander sich vereinigen konnten, während die auswachsenden hintern Teile sich mehr und mehr voneinander entfernten oder in dem andern Fall umgekehrt die vordern Abschnitte getrennt blieben, dagegen die hinteren Teile der Brust und die Hinterleiber verschmelzen konnten.

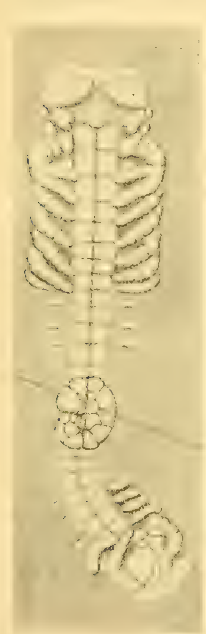


Fig. 7. Vergr. 19:1.

Die interessantesten Doppelbildungen bietet die letzte Gruppe, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die beiden Individualteile mit ihren hinteren Enden einander entgegengewachsen und in besonderer Weise miteinander mehr oder weniger weit verschmolzen sind. Es kommen hier drei Exemplare in Betracht. Das eine (Fig. 7) zeigt zwei mit den Hinterenden vereinigte Individualteile, von denen der eine aber sehr verkümmert ist. Der Kopfteil ist fast ganz rückgebildet, die Extremitätenanlagen sind nur einseitig ziemlich gut entwickelt, auf der andern Seite bis auf zwei nur als kleine Erhebungen, das Abdomen ist am Ende mit dem des andern zu einer unregelmäßigen Masse verschmolzen, und der ganze Teil in der Entwicklung gegenüber dem andern weit zurückgeblieben. Diese ungleiche Entwicklung der beiden Individualteile ist, wie ich schon erwähnte, für Doppelbildungen nichts Auffallendes. Es ist möglich, daß ebenso wie bei dem oben erwähnten Exemplar der ersten Gruppe der schwächere Teil im Laufe der Entwicklung noch ganz resorbiert wird und aus dem Ei nur ein einfacher Embryo hervorgeht. Er dürfte aber, da der Stachel mit der Giftdrüse wegen der verkrüppelten Anlage des Postabdomens nicht gebildet werden kann, kaum längere Zeit lebensfähig sein.

Die zwei andern bieten regelmäßigere Bilder. In Fig. 8 sehen wir die beiden Individualteile ziemlich gleich weit entwickelt, stark gekrümmt und gegeneinander gelagert, aber mit ihren Postabdomina verschmolzen. Beim ersten Anblick kann man zu der Ansicht kommen, daß sie beim Auswachsen mit ihren hinteren Enden aufeinandergetroffen und nun durch den gegenseitigen gleich starken Druck gekrümmt sind und der eine mit seinem Schwanz nach der einen, der

andere nach der anderen Seite ausgewichen ist, so daß der eine Schwanz ganz zum Teil *a*, der andere Schwanz ganz zum Teil *b* gehört, und an den Berührungsflächen beide Teile miteinander verwachsen sind. Indessen ist diese Ansicht nicht richtig. Vielmehr gehört jeder Schwanz zwei Individualteilen an. Die Schwanzanlagen haben sich beim Zusammentreffen gespalten. und die Hälften, die nach links und rechts



Fig. 8. Vergr. 19:1.

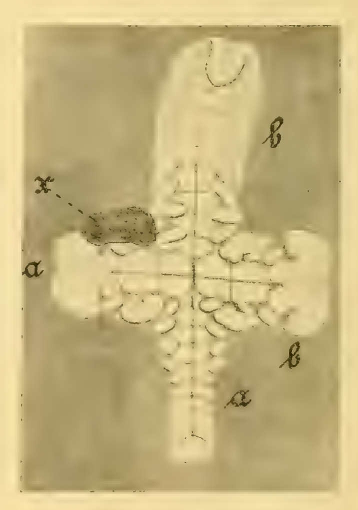


Fig. 9. Vergr. 19:1.

um 90° abgebogen sind, sind dann mit denen des andern Teils wechselseitig zu einer neuen Schwanzanlage verschmolzen. Bei dem Individualteil *a* erkennt man auch deutlich, wie er sich hinten jederseits der Medianebene zwischen den Ganglien spaltet und die eine Hälfte sich nach links, die andere sich nach rechts wendet. Man beachte ferner auch die Lage der Extremitätenanlagen auf dem Präabdomen beim Teil *b*, die sich nur aus einer Spaltung erklären läßt. Eine andere Auffassung erscheint mir auch deshalb nicht möglich, weil bei einem einfachen Ausbiegen die Individualteile nicht verwachsen wären oder,

wenn verwachsen, nicht die regelmäßige Ausbildung der Postabdomina zeigen würden, wie es hier der Fall ist.

Ist bei dieser Doppelbildung die wechselseitige Verschmelzung der beiden Individualteile nur wenig umfangreich, so zeigt uns die in Fig. 9 dargestellte eine sehr weitgehende[1]. Hier ist nur der Kopf und die ersten drei Segmente einheitlich, einem Individualteil zugehörend, dagegen sind nach meiner Auffassung die ganzen übrigen Teile des Körpers aus je zwei Individualteilen zusammengesetzt. Es gehört also nicht der ganze hintere Brustteil *a* und das ganze Abdomen *a* zu einem Teil, sondern die eine Hälfte zu dem einen (*a*), die andere zum andern (*b*). In dieser Auffassung kann mich auch nicht die Tatsache irremachen, daß der eine Rumpfteil *b*, soweit er beiden Individualteilen zugehört, schwächer ausgebildet ist, und zwar in beiden Hälften, als der andere, ebenso wie der eine Kopfteil *a*. Dieses erklärt sich sehr einfach, wenn man annimmt, wie unten weiter ausgeführt werden wird, daß die beiden Individualteile schon sehr früh beim Auswachsen aufeinandergestoßen und miteinander verschmolzen und dann Wachstumskorrelationen eingetreten sind.

Wenn wir diese letzten beiden Doppelbildungen mit solchen, die beim Menschen und andern Wirbeltieren beobachtet sind, vergleichen wollen, so können meiner Ansicht nach nur die Janusbildungen in Betracht kommen. Freilich darf man dabei die Bezeichnung nicht auf die Fälle beschränken, in denen die Köpfe das Eigenartige des Janus zeigen, sondern muß das Wesentliche in der besondern Art des Aufbaus sehen, einerlei welche Köperteile sie zeigen. Dieses ist folgendes. Bei dem völlig symmetrischen Janus ist nicht jeder Individualteil einheitlich, sondern ein Teil seines Körpers gehört beiden Individualteilen an. So stammt beim typischen Janus der Kopf und die Brust eines jeden Individualteils zur Hälfte von dem einen, zur andern Hälfte aber vom andern, während der übrige Körper eines jeden dem betreffenden Individualteil ganz zugehört, nichts vom andern enthält. Die Entstehung denkt man sich in folgender Weise. Auf dem Ei sind zwei Keimscheiben entwickelt (Fig. 10 *A*), die so gegeneinander orientiert sind, daß die Medianebene (*M*) für beide dieselbe ist und die Kopfteile (*K*) einander gegenüberliegen. Wenn sie nun weiter auswachsen (Fig. 10 *B*), so müssen sich die Kopfteile treffen. Sie und auch die folgenden Brustteile spalten sich, die Spalthälften werden um 90° auseinandergebogen, verschmelzen wechselseitig mit denen des andern Individualteils und bilden je einen neuen einheitlichen Kopf- und Brustteil. Wir erhalten so die für den Janus charakteri-

[1] Der schwarze Fleck x bedeutet eine Verletzung.

stische kreuzförmige Figur. Die Mediansymmetrieebene (*M*), wie ich sie mit Schwalbe nennen will, teilt die Hinterenden des Körpers, die Hauptsymmetrieebene (*H*), die zu ihr senkrecht steht, die Vorderenden, die zum Unterschiede der Hinterenden aus je zwei Individualteilen zusammengesetzt sind.

Wichtig ist, daß diese Vorstellung von der Entstehung einer Janusbildung in neuester Zeit durch Spemann (1916) eine kräftige Stütze

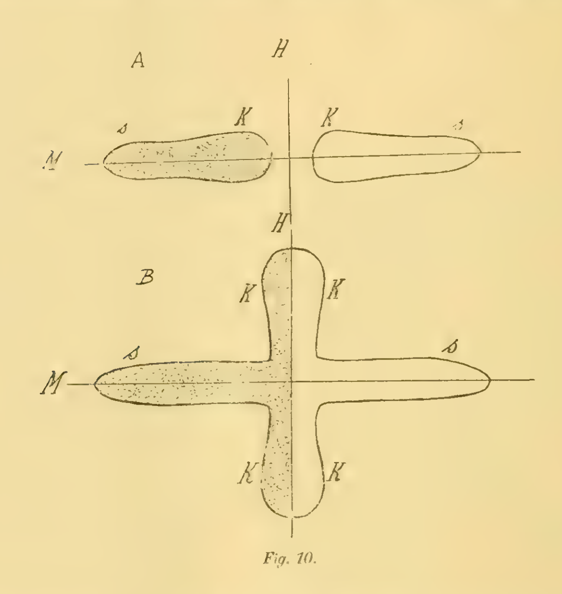


Fig. 10.

erhalten hat, indem es ihm gelungen ist, zwei Keimscheiben von *Triton taeniatus*, die von zwei Eiern genommen waren, mit den Vorderenden gegeneinanderwachsen zu lassen und als Resultat dann ganz entsprechend der Vorstellung eine typische Janusbildung zu gewinnen.

Beim Skorpion haben wir nun im wesentlichen dasselbe (Fig. 11 *A* und *B*), nur sind es hier die hintern Teile des Körpers, welche gespalten und wechselseitig vereinigt sind, nicht die vordern. Das Bild der Entstehung wäre also folgendes. Hier stoßen die auswachsenden beiden Keimscheiben mit ihren Schwanzenden (*s*) aufeinander, und diese spalten sich, biegen um 90° auseinander und verschmelzen dann mit den Spalthälften der andern zu einem einheitlichen Gebilde, das sich in nichts von einem normalen, nur von einem Individualteil gebildeten unterscheidet. Auch hier haben wir die charakteristische

kreuzförmige Figur, aber die Ebenen liegen anders. Die Mediansymmetrieebene (*M*), die nur Teile eines Individualteils halbiert, geht hier durch den Kopf und den vordern Brustteil oder beim andern Exemplar (Fig. 8) auch noch durch den größten Teil des Abdomens, die Hauptsymmetrieebene (*H*) dagegen, die Körperteile trennt, welche beiden Individualteilen zugehören, durch den hintern Teil der Brust und das Abdomen oder nur durch einen Teil des Abdomens. Daß die beiden Individualteilen gemeinsamen Körperteile verschieden groß sind, könnte man geneigt sein aus einer verschiedenen Lage der beiden Keimscheiben zueinander in folgender Weise zu erklären. In beiden Fällen haben sie zwar an einem Pol des Eis gelegen, und für beide

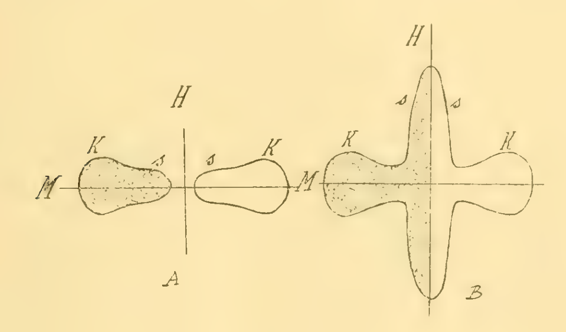


Fig. 11.

war die Medianebene dieselbe, aber in dem einen Fall lagen sie mit den Kopfteilen, im andern mit den Schwanzteilen gegeneinander. Da beim Skorpion der Kopf der Scheibe seine anfängliche Lage ziemlich bewahrt, dagegen das Hinterende über dem Dotter auswächst, so konnten im erstern Fall die beiden Scheiben sehr lange voneinander frei bleiben und sich entwickeln, bis sie erst am andern Pol aufeinander stießen, im letzteren Fall dagegen trafen sie sich sehr bald.

Aber so annehmbar diese Erklärung auch zuerst erscheinen mag, so muß man doch gegen ihre Richtigkeit Bedenken haben. Denn sie würde die Annahme bedingen, daß in dem Fall, wo erst sehr spät nur die Schwanzteile sich vereinigt haben, zwei schon sehr weit differenzierte Keimstreifen sich wieder gespalten und ihre Hälften wechselseitig zu einem völlig symmetrischen, keine Störung aufweisenden Gebilde verwachsen sind. Das widerspricht aber allen Beobachtungen und Experimenten. Denn sie zwingen zu dem Schluß, daß nur dann ein einheitliches, symmetrisches Resultat entsteht, wenn die Anlagen

noch wenig differenziert sind. So nimmt man auch für die Wirbeltiere das Gastrulationsstadium als das späteste Stadium für die Möglichkeit der Entstehung einer Doppelbildung an. Es würde ferner auch eine Erklärung der Entstehung der auffallenden Krümmung der beiden Individualteile nicht möglich sein.

Es ist mir deshalb am wahrscheinlichsten, daß in beiden Fällen die Keimscheiben die gleiche Lage zueinander gehabt haben, d. h. ihre Schwanzteile gegeneinander gerichtet gewesen sind, und daß die Ursache für die verschiedene Ausbildung darin zu suchen ist, daß sie verschieden weit voneinander entfernt und deshalb zu verschiedenen Zeiten aufeinandergestoßen und verschmolzen sind. Im Fall der Fig. 8 ist es später geschehen, mindestens aber früher, als die Postabdomina sich schon zu differenzieren begonnen haben. So würde auch die Krümmung der beiden Individualteile, die auf einen Widerstand beim Auswachsen schließen läßt, verständlich sein. Da nur der äußerste Schwanzteil noch undifferenziertes Material enthalten hat, konnte auch nur dieser der Spaltung und Verschmelzung unterliegen, und da anderseits der Kopfteil seine Lage bewahrte, mußten die Keimstreifen beim Auswachsen nach hinten, da es in gerader Richtung nicht möglich war, sich krümmen.

Derartige janusartige Bildungen sind bisher, soweit ich weiß, bei Wirbellosen noch nicht beobachtet. Doch hat Reichert (1892) einen Fall beschrieben, der wahrscheinlich bei weiterer Entwicklung eine ganz ähnliche Doppelbildung ergeben hätte. In der Sitzung der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin am 21. Juni 1892 »legte«, so heißt es im Bericht, »Reichert die Zeichnung des Doppelembryos eines und desselben Dotters vom Flußkrebs vor. Die Embryonen befinden sich einer hinter dem andern im Durchmesser der Eichen, so zwar, daß sie das Schwanzende einander entgegenkehren und durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind. Die Ausbildung beider sich vollkommen gleichenden Embryonen war bis zur Anlegung der fünf Maxillen vorgeschritten. Mund und Afteröffnung sind angedeutet.«

Fragen wir uns jetzt noch, wann werden die Doppelbildungen angelegt? Aus meiner Darstellung geht schon hervor, daß ich mit den meisten Forschern für alle, auch für die Duplicitas anterior und posterior, als Ausgangsstadium zwei völlig getrennte Keimscheiben annehme. Weiter nehme ich auch an, daß ihre Trennung nicht erst auf späteren Stadien, wo die Differenzierung der Zellen schon mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, sondern schon während der Furchung, wahrscheinlich schon mit der ersten Teilung der befruchteten Eizelle, erfolgt. Bisher sind nur vereinzelt — abgesehen von den ex-

perimentell erzeugten Doppelbildungen — derartige frühe Stadien einer Doppelbildung nachgewiesen. Das früheste dürfte wohl das von Wetzel (1900) von der Ringelnatter beschriebene sein. Auf einem Ei fand er vier getrennte Keimscheiben, die je aus rund 70 Zellen zusammengesetzt waren.

Auch ich habe mein reiches Material daraufhin untersucht und glaube wenigstens vier Eier in der Furchung gefunden zu haben, die, wie ich schon in meiner ersten Arbeit über die Entwicklung des Skorpions dargelegt habe, kaum eine andere Deutung verdienen, als daß sie Anlagen von Doppelbildungen sind. In allen Fällen (Fig. 12) handelt es sich um zwei getrennte Gruppen von Zellen. Im ältesten Stadium hat die eine 22, die andere 23 Zellen, in zwei andern Fällen sind es je 8 und im frühsten Stadium je 4. Daraus ist sehr wahrscheinlich geworden, daß die Gruppen schon auf dem Zweizellenstadium getrennt waren. Da sich beim Skorpion nicht feststellen läßt, ob die ersten Teilungsebenen zu denen des Embryos in bestimmter Beziehung stehen, so läßt sich aus der Lage auch nichts darüber aussagen, welche Doppelbildungen daraus hervorgegangen wären.

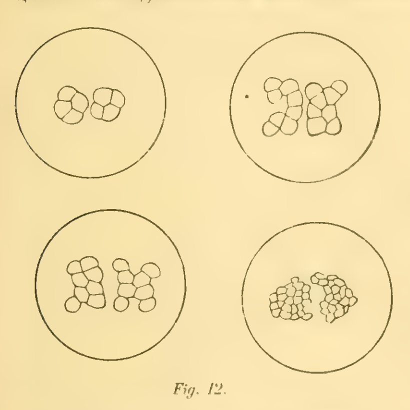


Fig. 12.

Eine andere Frage ist, wie die Trennung der beiden ersten Furchungszellen zu erklären oder worin die Ursache der Doppelbildungen zu suchen ist. Da ich sie nicht experimentell erzeugt habe, will ich mich nur darüber kurz aussprechen, welche von den in Betracht kommenden Möglichkeiten, die besonders von Marchand, Sobotta, Fischel, Schwalbe, O. Schultze, Wetzel u. a. erörtert sind, mir die wahrscheinlichste zu sein scheint.

Polyspermie oder Dispermie als Ursache anzunehmen, scheint mir ebenso wie fast allen Forschern nicht möglich. Ich habe beim Skorpion solche nie beobachten können. Wenn damit auch noch nicht gesagt ist, daß sie vereinzelt bei nicht normalen Eiern doch vorkommt, so haben doch Beobachtungen und Experimente gelehrt, daß Überbefruchtung keine Folgen hat, wie z. B. bei manchen Reptilien, Fischen, wo eine solche normal erfolgt oder, wenn es der Fall ist, nur ganz abnorme, früh absterbende, nie so regelmäßige Produkte wie die Doppelbildungen hervorgehen läßt.

Ebenso wird man die Möglichkeit, daß ein überzähliges Spermatozoon ohne Verbindung mit einem Eikern sich entwickelt und selbständig eine zweite Keimscheibe geliefert hat, abweisen, weil hierfür noch fast jede Unterlage fehlt.

Dann bleiben noch zwei andere Möglichkeiten. Besonders O. Schultze und Wetzel haben die Ansicht vertreten, daß die Eizelle mehrkernig infolge unvollständiger Teilung im Eierstock gewesen und daß die Kerne nach der Befruchtung durch ebenso viele Spermatozoen selbständig geblieben seien und in getrennten Bezirken auf dem Ei zwei oder mehrere Keimscheiben geliefert hätten. Andere dagegen, wie besonders Marchand, Sobotta und Schwalbe (letzterer zwar nicht für alle Fälle), nehmen an, daß die Eizelle nur ein Keimbläschen gehabt hat, nur einmal befruchtet ist, dann aber während der Furchung die Zellen sich in zwei oder mehrere Gruppen getrennt haben, so wie besonders Spemann und Hey experimentell Doppelbildungen gewonnen haben. Die erstere Annahme ist zwar nicht als unmöglich abzulehnen, aber wenig wahrscheinlich. Denn wenn man auch junge Eizellen mit mehreren Kernen vereinzelt beobachtet hat, so folgt daraus noch nicht, daß sie auch mit mehreren Keimbläschen die Reifung durchgemacht und getrennt in die Entwicklung getreten sind. Für die Doppelbildungen des Skorpions erscheint sie mir auch aus folgenden Gründen wenig berechtigt. Man darf annehmen, daß das Ei, in dem mehrere Eikerne von Anfang an gewesen sind, gleichzeitig mit den andern einkernigen Eiern desselben Tieres befruchtet ist und sich gleich rasch entwickelt hat. Man müßte also in jeder der getrennten Gruppen von Furchungszellen ebenso viele Zellen finden wie in den andern Eiern. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr stammen z. B. die Eier, die zwei Gruppen von je 8 Zellen besitzen, aus einem Tier, dessen andere Eier eine Gruppe von 16 Zellen hatten. Daraus geht meiner Ansicht nach hervor, daß sie auch nur ein Keimbläschen gehabt haben, daß aber wahrscheinlich schon die ersten beiden Furchungszellen sich voneinander getrennt haben. Wodurch nun diese Trennung bewirkt ist, ob durch einen äußeren Faktor, etwa durch Druck, mangelhafte Follikelbildung, unregelmäßige Verteilung des Dotters u. a., oder durch einen inneren unbekannten, muß ich dahingestellt sein lassen. Für letzteres könnte sprechen, daß Doppelbildungen, wie schon O. Schultze hervorgehoben hat, besonders bei Fischen bei Eiern eines Tieres häufig auftreten, bei solchen eines andern ganz oder fast ganz fehlen können. Auch von den beim Skorpion gefundenen stammen einmal vier und einmal zwei aus einem und demselben Tier; es kann dieses aber, wie Sobotta schon mit Recht sagt, sowohl für die Annahme eines im Ei gelegenen als auch eines äußeren Faktors verwertet werden.

Literatur.

A. Brauer, 1894: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Skorpions, I. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 57.

Derselbe, 1895: II. Teil. Ebenda Bd. 59.

A. Fischel, 1903: Über den gegenwärtigen Stand der experimentellen Teratologie. Verh. d. Deutsch. Patholog. Ges. V. Berlin.

O. Hertwig, 1903: Mißbildungen und Mehrfachbildungen. In O. Hertwigs Handb. d. vergl. und exper. Entw. d. Wirbeltiere.

A. Hey, 1911: Über künstlich erzeugte Janus-Bildungen von *Triton taeniatus*. Arch. Entw.-Mechanik der Organismen Bd. 33.

F. Marchand, 1910: Die Mißbildungen. Eulenburgs Realenzykl. d. ges. Heilk. Bd. IX. Wien und Leipzig.

Pavesi, 1881: Toradelfia di uno scorpione. Rendic. R. Istit. Lombardo di Science e Lettere. Ser. II, Vol. 14.

Reichert, 1842: Doppelembryo vom Flußkrebs in Sitzungsber. Ges. d. Naturf. Freunde Berlin 1839—1859. Berlin 1912, S. 43.

F. Schmitt, 1901: Systematische Darstellung der Doppelembryonen der Salmoniden. Arch. f. Entw.-Mechanik Bd. 13.

O. Schultze, 1895: Die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen bei Froschlarven mit Hilfe abnormer Gravitationswirkung. Arch. f. Entw.-Mechanik Bd. 1.

E. Schwalbe, 1907: Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. II. Teil. Die Doppelbildungen. Jena.

J. Sobotta, 1901: Neuere Anschauungen über die Entstehung der Doppel- (Miß-) bildungen mit besonderer Berücksichtigung der menschlichen Zwillingsgeburten. Würzburger Abhandl. aus d. Gesamtgebiet der prakt. Medizin. Bd. 1. Würzburg.

H. Spemann, 1901 und 1902: Entwicklungsphysiologische Studien am Tritonei. Arch. f. Entw.-Mechanik Bd. 12 und 15.

Derselbe, 1916: Über Transplantationen an Amphibienembryonen. Sitzungsber. Ges. d. Naturf. Freunde Berlin. Nr. 9.

G. Wetzel, 1900: Drei abnorm gebildete Eier von *Tropidonotus natrix*. Anat. Anzeiger Bd. 18.

Untersuchung des Lichtwechsels von β Lyrae auf Grund lichtelektrischer Messungen.

Von P. Guthnick und R. Prager
in Berlin-Babelsberg.

(Vorgelegt von Hrn. Struve am 22. Februar 1917 [s. oben S. 173].)

Die vorliegende Untersuchung des Lichtwechsels von β Lyrae ist ein Nebenergebnis einer seit längerer Zeit uns beschäftigenden Untersuchung über den Lichtwechsel von γ Lyrae. Da die Schwankungen des letzteren Sternes, dessen Veränderlichkeit an anderer Stelle angezeigt wurde[1], in nur wenigen Stunden sich vollziehen, so wurde versucht, in Ermangelung eines anderen, geeigneteren Vergleichsternes, seinen bekannten veränderlichen Nachbar, β Lyrae, als Vergleichstern zu benutzen, in der Erwartung, daß bei der verhältnismäßig langen Periode desselben seine Helligkeitsschwankungen für die höchstens $4^1/_2$stündige Dauer eines Beobachtungsabends als linear angesehen werden könnten. Den Betrag der Helligkeitsänderungen für jedes Zeitintervall hofften wir mit hinreichender Genauigkeit aus der bekannten Lichtkurve des Sternes, die nötigenfalls durch unsere eigenen Messungen zu verbessern war, entnehmen zu können. Dies hat sich bestätigt. Umgekehrt liefert nun das von uns gesammelte Beobachtungsmaterial bei der hohen Genauigkeit lichtelektrischer Messungen eine wertvolle Grundlage für die Erforschung des zwar schon vor längerer Zeit erkannten[2], aber bisher nicht geklärten unregel-

[1] A. N. 4823.

[2] Wir verweisen besonders auf folgende Quellen: E. Lindemann, Über den Lichtwechsel von β Lyrae nach Beobachtungen des Hrn. J. Plaßmann. Mél. math. et astron. St. Pétersbourg, Bd. 7, S. 477, 1893. A. Pannekoek, Untersuchungen über den Lichtwechsel von β Lyrae. Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, Bd. 5, Nr. 7. Auszug A. N. 3456, 1897. K. Schwarzschild, Beiträge zur photographischen Photometrie der Gestirne. Publ. der v. Kuffnerschen Sternwarte Wien, Bd. 5, 1899. W. Stratonow, Observations d'étoiles variables. Publ. de l'observatoire de Tachkent. Nr. 5. 1901. Über die Lichtkurve von β Lyrae, A. N. 3871, 1903. S. Beliawsky, Über den veränderlichen Stern β Lyrae, A. N. 4005, 1904. M. Luizet, Observations et courbe de lumière de l'étoile variable β Lyrae, Bull. Soc. Astr. de France Bd. 21. S. 38, 1907. Auch Argelander scheint die Unregelmäßigkeiten der Lichtkurve bereits bemerkt zu haben, vgl. Commentatio altera de stella β Lyrae variabili, Bonnae 1859.

mäßigen Lichtwechsels, der über den regelmäßigen Bedeckungs- und Rotationslichtwechsel gelagert ist. Der Umfang der unregelmäßigen Schwankungen ist zu gering für eine genauere Verfolgung mit den visuellen und photographischen photometrischen Methoden, wodurch die Erkenntnis der wahren Natur derselben verhindert wurde. Die Erforschung dieser Schwankungen ist von wesentlicher Bedeutung für die Theorie des so merkwürdigen Systems β Lyrae, da ohne ihre Eliminierung, die man nach dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung erhoffen darf, es nicht möglich ist, die Konstanten des Systems mit befriedigender Schärfe abzuleiten.

Den zu den Messungen benutzten lichtelektrischen Apparat haben wir 1914 in Band I, Heft 1 der Veröffentlichungen der Sternwarte zu Berlin-Babelsberg eingehend beschrieben. Der Hauptteil der Messungen ist in der Zeit vom 2. September bis 14. Dezember 1916 mit einer Rubidiumzelle ausgeführt worden; auf sie hauptsächlich beziehen sich die folgenden Betrachtungen. Vereinzelte Messungen aus den Jahren 1913 und 1916 mit einer Natriumzelle sollen nur nebenbei betrachtet werden. Als Vergleichstern diente ausschließlich γ Lyrae. Die Veränderlichkeit des Vergleichsternes, deren Umfang $0^{m}.04$ nicht zu übersteigen scheint, wurde im ersten Drittel des September unmerklich und ist bis Ende November noch nicht wieder beobachtet worden. Sie konnte daher zunächst ganz außer Betracht bleiben, um so mehr als sie selbst in ihrem vollen, zuletzt am 11. August beobachteten Umfange wegen der kurzen Dauer des Hauptminimums die größeren und weit langsameren unregelmäßigen Schwankungen von β Lyrae nicht wesentlich zu modifizieren vermöchten. Eine nähere Begründung dieses Schrittes, der übrigens durch das Folgende sich selbst rechtfertigt, müssen wir uns für eine spätere Gelegenheit vorbehalten.

Die Messungsergebnisse teilen wir in der Form mit, daß aus den Einzelmessungen, die hier kein Interesse besitzen, bereits Teilmittel gebildet wurden. Die Phase des regelmäßigen Lichtwechsels ist gerechnet mit den Elementen:

$$\text{Hauptminimum} = \text{Phase } 0 = 1915 \text{ Juli } 21.526 \text{ M. Z. Gr.}$$
$$(2420700.526) + 12^{d}.9216 \cdot E,$$

über die nachher noch einiges gesagt werden wird. Ebenso werden die Spalten $B-K$ später erläutert werden.

Vergleichungen von βLyrae mit γLyrae.

M. Z. Gr.		$\beta-\gamma$	Phase	Zelle	Zahl der Vergl.	Jul. Tag	$B-K_{Rb}$	$B-K_{Na}$
1913 Aug.	1.454	+0ᵐ185	4ᵈ538	*Na*	1	2419981	−0ᵐ039	+0ᵐ053
	2.369	0.365	5.453	»	1	982	−0.014	+0.078
	3.395	0.514	6.479	»	1	983	−0.034	+0.058
	5.380	0.164	8.464	»	1	985	−0.030	+0.062
	6.432	0.078	9.516	»	1	986	−0.064	+0.028
	7.370	+0.162	10.454	»	1	987	−0.005	+0.087
1916 Mai	19.510	+0.405	5.787	*Na*	3	2421003	−0.082	+0.010
Aug.	8.510	0.030	9.258	»	5	084	−0.116	−0.024
	536	0.050	9.284	»	5	»	−0.095	−0.003
	9.408	0.050	10.156	»	4	085	−0.102	−0.010
	430	0.054	10.178	»	4	»	−0.099	−0.007
	454	0.062	10.202	»	4	»	−0.092	0.000
	478	0.066	10.226	»	4	»	−0.089	+0.003
	11.417	0.664	12.165	»	4	087	−0.077	+0.015
	440	0.672	12.188	»	4	»	−0.088	+0.004
	461	0.682	12.209	»	4	»	−0.096	−0.003
	488	0.722	12.236	»	5	»	−0.079	+0.013
	20.390	+0.133	8.214	»	5	096	−0.086	+0.006
Sept.	2.407	+0.206	8.311	*Rb*	5	2421109	−0.003	
	445	0.203	8.349	»	4	»	−0.002	
	481	0.196	8.385	»	4	»	−0.005	
	6.363	0.841	12.267	»	5	113	+0.012	
	405	0.868	12.309	»	4	»	+0.003	
	8.321	0.379	1.304	»	4	115	−0.008	
	353	0.363	1.336	»	4	»	−0.009	
	386	0.343	1.369	»	4	»	−0.014	
	420	0.336	1.403	»	4	»	−0.009	
	463	0.338	1.446	»	4	»	+0.011	
	9.366	0.172	2.349	»	5	116	−0.003	
	386	0.173	2.369	»	4	»	−0.001	
	404	0.169	2.387	»	4	»	−0.004	
	422	0.171	2.405	»	4	»	−0.001	
	440	0.172	2.423	»	4	»	+0.002	
	463	0.165	2.446	»	5	»	−0.004	
	10.315	0.128	3.298	»	4	117	−0.015	
	334	0.124	3.317	»	4	»	−0.019	
	353	0.137	3.336	»	4	»	−0.007	
	371	0.134	3.354	»	4	»	−0.010	
	388	0.140	3.371	»	4	»	−0.004	
	412	0.140	3.395	»	5	»	−0.005	
	454	0.146	3.437	»	5	»	0.000	
	12.378	0.352	5.361	»	4	119	−0.002	
	400	0.360	5.383	»	4	»	0.000	
	423	0.364	5.406	»	4	»	−0.003	
	451	0.366	5.434	»	5	»	−0.009	
	16.333	0.140	9.316	»	4	123	−0.005	
	359	+0.154	9.342	»	3	»	+0.010	

M. Z. Gr.		$\beta-\gamma$	Phase	Zelle	Zahl der Vergl.	Jul. Tag	$B-K_{Rb}$	$B-K_{Na}$
1916 Sept.	17.291	+0ᵐ170	10ᵈ274	*Rb*	2	2421124	+0ᵐ012	
	20.330	0.986	0.391	»	4	127	0.000	
	21.351	0.342	1.412	»	4	128	+0.001	
	373	0.337	1.434	»	4	»	+0.005	
	397	0.332	1.458	»	5	»	+0.008	
	423	0.323	1.484	»	5	»	+0.009	
	25.326	0.373	5.387	»	5	132	+0.012	
	352	0.377	5.413	»	4	»	+0.008	
	26.303	0.546	6.364	»	4	133	−0.004	
	325	0.553	6.386	»	4	»	+0.003	
	349	0.556	6.410	»	4	»	+0.006	
	369	0.543	6.430	»	3	»	−0.006	
	27.299	0.352	7.360	»	5	134	+0.004	
	329	0.332	7.390	»	5	»	−0.009	
	353	0.330	7.414	»	4	»	−0.004	
	372	0.333	7.433	»	4	»	+0.003	
	393	0.323	7.454	»	4	»	−0.002	
	415	0.319	7.476	»	4	»	−0.001	
	30.293	0.174	10.354	»	4	137	+0.012	
	309	0.176	10.370	»	4	»	+0.014	
	326	0.176	10.387	»	4	»	+0.013	
	341	0.173	10.402	»	4	»	+0.009	
	359	0.178	10.420	»	4	»	+0.013	
	375	0.182	10.436	»	4	»	+0.016	
	393	0.182	10.454	»	4	»	+0.015	
	410	0.179	10.471	»	3	»	+0.011	
Okt.	1.406	0.382	11.467	»	6	138	+0.057	
	3.347	0.949	0.487	»	4	140	−0.016	
	388	0.931	0.528	»	5	»	−0.002	
	14.364	0.330	11.504	»	6	151	−0.009	
	16.265	0.950	0.483	»	3	153	−0.018	
	327	0.924	0.545	»	2	»	+0.004	
	356	0.912	0.574	»	3	»	+0.016	
	18.239	0.195	2.457	»	3	155	+0.027	
	267	0.198	2.485	»	4	»	+0.032	
	20.239	0.255	4.457	»	4	157	+0.039	
	261	0.263	4.479	»	4	»	+0.045	
	27.242	0.386	11.460	»	4	164	+0.064	
	265	0.383	11.483	»	4	»	+0.052	
	289	0.394	11.507	»	4	»	+0.053	
	314	0.403	11.532	»	4	»	+0.052	
	340	0.408	11.558	»	4	»	+0.047	
	29.324	0.880	0.620	»	7	166	+0.022	
	30.227	0.340	1.523	»	4	167	+0.040	
	245	0.347	1.541	»	4	»	+0.053	
	262	0.334	1.558	»	4	»	+0.045	
	279	0.332	1.575	»	4	»	+0.049	
	31.222	0.182	2.518	»	4	168	+0.018	
	245	0.187	2.541	»	3	»	+0.024	
	304	+0.182	2.600	»	4	»	+0.022	

M. Z. Gr.		$\beta-\gamma$	Phase	Zelle	Zahl der Vergl.	Jul. Tag	$B-K_{Rb}$	$B-K_{Na}$
1916 Nov.	3.234	+0ᵐ423	5ᵈ530	Rb	3	2421171	+0ᵐ021	
	6.318	0.234	8.614	»	5	174	+0.052	
	14.226	0.199	3.601	»	3	182	+0.047	
	244	0.196	3.619	»	3	»	+0.043	
	259	0.212	3.634	»	3	»	+0.058	
	273	0.207	3.648	»	3	»	+0.053	
	285	0.206	3.660	»	3	»	+0.051	
	17.266	0.547	6.641	»	5	185	+0.003	
	20.193	0.160	9.568	»	2	188	+0.018	
	267	0.160	9.642	»	5	»	+0.018	
	28.214	0.294	4.667	»	3	196	+0.058	
	225	0.310	4.678	»	3	»	+0.072	
	237	0.308	4.690	»	3	»	+0.069	
	29.194	0.470	5.647	»	3	197	+0.031	
	206	0.471	5.659	»	3	»	+0.028	
Dez.	14.194	+0.350	7.726	»	4	212	+0.079	

Vergleicht man die Messungen eines Abends mit der dieser Abhandlung beigefügten berechneten Lichtkurve von β Lyrae (Spalten $B-K$ der vorstehenden Zusammenstellung der Beobachtungen), so erkennt man, daß der Gang der Messungsergebnisse in fast allen Fällen nahezu dem aus der Lichtkurve folgenden Gange entspricht. Eine auffallende Ausnahme bilden nur die drei Messungen 1916 Oktober 16 in der Nähe des Hauptminimums, die eine merklich langsamere Zunahme der Helligkeit zeigen, als sie nach der Lichtkurve zu erwarten wäre. Der Unterschied beträgt auf 2.2 Stunden 0ᵐ034. Dies rührt, wie man später sehen wird, offenbar davon her, daß um diese Zeit die Störungen der physischen Helligkeit[1] des Systems mit Entschiedenheit einsetzten, so daß gewisse der Lichtkurve zugrunde gelegte Konstanten nicht mehr hinreichend genau zutrafen.

Die graphische Darstellung der mit der Rubidiumzelle erhaltenen Messungen (Fig. 1), in die die nachher abgeleitete Lichtkurve eingezeichnet ist, läßt zunächst wiederum die von allen neueren Bearbeitern des Sterns hervorgehobene Tatsache erkennen, daß die Messungen sich einer regelmäßigen Lichtkurve vom β Lyrae-Typus, wie die Theorie sie fordert, nicht streng einfügen wollen. Betrachtet man aber die Darstellung genauer, so erkennt man einen merkwürdigen Umstand. Der geringe Unterschied der Periode von 13 Tagen bringt es mit sich, daß lange Zeit hindurch die Beobachtungen sehr nahe auf dieselbe Phase fallen und so gedrängte Gruppen bilden. In diesen Gruppen

[1] Unter »physischer Helligkeit« soll die vom Bedeckungs- und Rotationslichtwechsel befreite Helligkeit des Systems verstanden werden.

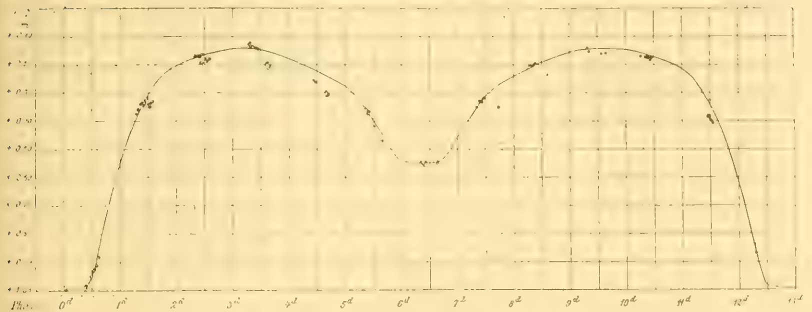


Fig. 1. Scheinbare Lichtkurve von β Lyrae.

sieht man häufig ein Zerfallen der Einzelergebnisse in zwei Untergruppen, die eine hoch-, die andere tiefliegend. Die Gruppe der Phase 4ᵈ5 hat offenbar nur tiefliegende Beobachtungen. Durch die hochliegenden Beobachtungen konnten wir nun eine strenge β-Lyrae-Kurve legen, so, daß die Darstellung der Beobachtungen nur wenig zu wünschen übrig ließ. Die berechnete Kurve ist unter Festsetzung gewisser vereinfachenden Annahmen mittels strenger Formeln erhalten worden, denen eine für die Anwendung bequeme Gestalt gegeben wurde.

Es sei vorausgesetzt, daß die Helligkeitsverteilung auf den Oberflächen der beiden Komponenten des Systems β Lyrae, dessen Spektrum am Anfang der Spektralreihe steht[1], eine gleichmäßige sei, und daß ein Radiations-, Reflexions- oder Periastroneffekt sich nicht bemerkbar mache. Ein Periastroneffekt ist wegen der Geringfügigkeit der aus den spektroskopischen Untersuchungen näherungsweise bekannten Exzentrizität der Bahn kaum zu erwarten. Von ersteren haben wir keine deutlichen Spuren bemerkt. Man kann solche Effekte übrigens sehr leicht besonders berücksichtigen, wofür wir auf eine im folgenden öfters zitierte Arbeit von Russell[2] verweisen. Für die Theorie kommen sie dann nicht weiter in Betracht.

Die beiden Komponenten des Systems wollen wir uns als infolge der gegenseitigen Anziehung und ihres geringen Abstandes stark verlängert und näherungsweise ellipsoidisch denken mit beständig in die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte fallenden großen Achsen. Das Verhältnis der großen Achsen der Ellipsoide zu den zweiten, in der

[1] Nach R. H. Curtiss, Publ. Allegh. Obs. Bd. 2, Nr. 11, ist das Spektrum der helleren Komponente *B* 8, das der schwächeren gehört ebenfalls dem Heliumtypus an.

[2] H. N. Russell: On the determination of the elements of eclipsing variable stars. Astrophys. Journ. **35**, 315; **36**, 54.

Bahnebene liegenden Achsen ist das für die Lichtkurve allein in Betracht kommende, wenn das Verhältnis der drei Achsen für die beiden Komponenten gleich angenommen wird. Der Einfachheit halber nehmen wir Rotationsellipsoide an.

Es seien dann:

A, a die großen Halbachsen der größeren bzw. kleineren Komponente,

ε die für beide Komponenten gleich angenommene Elliptizität,

R, r die großen Halbachsen der scheinbaren Ellipsen in der Projektionsebene (Ebene senkrecht zur Gesichtslinie),

δ der Abstand der Mittelpunkte der beiden Projektionsellipsen,

θ die wahre Länge in der elliptischen Bahn, gerechnet von der Mitte der beiden Bedeckungen,

i die Neigung der Bahnebene gegen die Projektionsebene,

e die Exzentrizität der Bahn,

ω der Abstand des Periastrons vom aufsteigenden Knoten,

z der Radius vector in der Bahn,

P die Umlaufszeit,

λ_1, λ_2 die »rektifizierte« Helligkeit des Systems in den beiden Minima,

t_1, t_2 die Zeiten der beiden Minima,

L_R, L_r die Helligkeiten der beiden Komponenten,

I_A, I_a die Flächenintensitäten derselben,

F das bedeckte Areal für Kreisscheiben (Kugeln), deren Radien gleich R bzw. r sind, bei festgehaltenem θ, δ usw.,

H_1, H_2 die scheinbare Helligkeit des Systems für die gegebene Phase der Bedeckungen. Die Indizes 1 und 2 beziehen sich auf das erste und zweite Minimum, die Indizes R, r bzw. A, a auf die größere und kleinere Komponente. Die Flächenintensitäten sind natürlich von R, r unabhängig.

Als Einheit der Helligkeit sei die Maximalhelligkeit, d. h. die Helligkeit $L_R + L_r$ zur Zeit der Elongationen, also $L_A + L_a$, als Einheit der Strecken die große Halbachse der Bahn gewählt. Es sei ferner noch:

α der Winkel am Mittelpunkt des Kreises R, der gebildet wird von dem Radius zu einem der Endpunkte der den Kreisen R und r gemeinsamen Sehne und von der Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte,

β der entsprechende Winkel am Mittelpunkt des Kreises r, der offen ist nach dem Mittelpunkt des großen Kreises,

γ der Winkel der Verbindungslinie der Mittelpunkte zur gegebenen Phase der Bedeckung mit der Verbindungslinie in der Mitte der Bedeckung.

Berücksichtigt man den Umstand, daß durch eine beliebige Drehung der Projektionsebene das Verhältnis des bedeckten Areals zum Gesamtareal nicht geändert wird, so daß man die schräge Projektion zweier kugelförmigen Komponenten als senkrechte Projektion der beiden ähnlichen Ellipsoide, und umgekehrt, betrachten kann[1], so hat man streng:

1. $$\operatorname{tg}\gamma = \frac{\operatorname{tg}\vartheta}{\cos i},\ \gamma \text{ zwischen } 0° \text{ und } 90°.$$

2. $$\delta = \rho\frac{\sin\theta}{\sin\gamma} = \rho\sqrt{\sin^2\theta + \cos^2\theta\cos^2 i}.$$

3. $$\begin{cases} R = A\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta} \\ r = a\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta} \end{cases}$$

4. $$R\cos\alpha = \frac{R^2 - r^2 + \delta^2}{2\delta},\ \alpha \text{ zwischen } 0° \text{ und } 90°.$$

5. $$\cos\beta = \frac{\delta - R\cos\alpha}{r},\ \beta \text{ zwischen } 0° \text{ und } 180°.$$

6. $$F = R^2 \operatorname{arc}\alpha + r^2\operatorname{arc}\beta - R\delta\sin\alpha.$$

7. $$J_A = \frac{1-\lambda_2}{1-\lambda_1}\cdot\frac{F_1}{F_2}\cdot J_a;$$ bei totaler bzw. ringförmiger Bedeckung, sowie bei kreisförmiger Bahn ist $F_1 = F_2$.

8a. $$\begin{cases} H_1 = 1 - \dfrac{F\cdot J_a}{\pi(A^2J_A + a^2J_a)\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\theta}} = 1 - \dfrac{F\cdot Q_a}{\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta}} \\ H_2 = 1 - \dfrac{F\cdot J_A}{\pi(A^2J_A + a^2J_a)\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\theta}} = 1 - \dfrac{F\cdot Q_A}{\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta}} \end{cases}$$

Diese Gleichungen für H geben unmittelbar die beobachtete, nicht rektifizierte Helligkeit. Hat man, wie es gewöhnlich geschieht, z. B. durch das einfache von Russell angegebene Verfahren, den Haupteinfluß der »Rotation« der ellipsoidischen Komponenten vorher beseitigt, d. h. die Lichtkurve rektifiziert, so werden die rektifizierten Helligkeiten:

8b. $$\begin{cases} H_1' = 1 - \dfrac{F\cdot Q_a}{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta} \\ H_2' = 1 - \dfrac{F\cdot Q_A}{1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta}. \end{cases}$$

Für die Phasen der Totalität bzw. Ringförmigkeit wird:

9. $$F = \pi a^2(1-\varepsilon^2\sin^2 i\cos^2\vartheta).$$

[1] Vgl. G. W. Myers, Astrophys. Journ. 7, 1.

Im Falle zweier merklicher Minima und totaler bzw. ringförmiger Bedeckung, wie bei β Lyrae, bestehen noch die bekannten Beziehungen:

$$10. \qquad k^2 = \frac{r^2}{R^2} = \frac{a^2}{A^2} = \frac{1-\lambda_2}{\lambda_1} \quad \text{(Minimum I total)}$$

$$11. \qquad L_A = 1 - L_a = \lambda_1 \quad \text{(Minimum I total)}.$$

Ist in dem System noch eine Lichtquelle L_o vorhanden, die an dem Bedeckungsvorgang nicht teilnimmt, z. B. eine leuchtende, das ganze System umhüllende Gasmasse oder eine dritte Komponente, die einen merklichen Beitrag zur Gesamthelligkeit liefert, so ist die Einheit der Helligkeit $L_A + L_a + L_o$, und es wird:

$$k^2 = \frac{1-\lambda_2}{\lambda_1 - L_o}$$

$$L_A = \lambda_1 - L_o.$$

In diesem Falle ist keine Aussicht vorhanden, die wahren Verhältnisse des Systems zu ermitteln.

Ferner ist:

$$12. \qquad e \cos \omega = \frac{\pi}{P}\left(t_2 - t_1 - \frac{1}{2}P\right)\frac{\sin^2 i}{1 + \sin^2 i}.$$

e und ω müssen diese unmittelbar aus der Lichtkurve abzulesende Bedingung, außerdem die folgende erfüllen:

$$13. \qquad \frac{R_1 + r_1}{R_2 + r_2} = \frac{\rho_1 \sin \vartheta_1}{\rho_2 \sin \vartheta_2} \cdot \frac{\sin \gamma_2}{\sin \gamma_1} = 1,$$

wo die Indices sich auf die beiden Minima beziehen und die Größen ϑ und γ für den Beginn oder das Ende der Bedeckung zu nehmen sind. Für den Fall $i = 90°$ geht diese Bedingung über in

$$14. \qquad \frac{R_1 + r_1}{R_2 + r_2} = \frac{\rho_1 \sin \vartheta_1}{\rho_2 \sin \vartheta_2} = 1.$$

Man berechnet für äquidistante Werte von ω aus 12. e und bedient sich dann einer Tafel für die wahre Anomalie, z. B. derjenigen von Schlesinger und Udick[1]. Der Schnittpunkt der Kurven $f(\omega) = \rho_1 \sin \vartheta_1 \sin \gamma_2$, $\varphi(\omega) = \rho_2 \sin \vartheta_2 \sin \gamma_1$ liefert ω und damit e. Ein bequemes Näherungsverfahren, das aber nur für kleine Exzentrizitäten genügend streng ist, entwickelt Russell a. a. O. Man wird unseres Erachtens nicht häufig in die Lage kommen, reelle Werte von e und ω aus der Lichtkurve bestimmen zu können, da dies zur Voraussetzung hat, daß für die beiden Bedeckungen dieselben effektiven Radien

[1] Publ. Allegh. Obs., Bd. 2, Nr. 17.

der Komponenten maßgebend sind, was bei β Lyrae sicherlich nicht der Fall ist, und vielleicht überhaupt nur ausnahmsweise zutrifft.

Zwei weitere wichtige bekannte Beziehungen, die sich unmittelbar aus 2. ergeben, sind die folgenden, von denen die erste nur im Falle totaler bzw. ringförmiger Bedeckung zur Geltung kommt:

$$15.\quad \begin{cases} A^2(1-\varepsilon^2 \sin^2 i \cos^2 \vartheta_t)\,(1-k)^2 = \rho_t^2(\cos^2 i + \sin^2 i \sin^2 \vartheta_t) \\ A^2(1-\varepsilon^2 \sin^2 i \cos^2 \vartheta_i)\,(1+k)^2 = \rho_i^2(\cos^2 i + \sin^2 i \sin^2 \vartheta_i) \end{cases}$$

wo ϑ_i, ρ_i für den Beginn oder das Ende der Bedeckung, ϑ_t, ρ_t für Beginn oder Ende der Totalität bzw. Ringförmigkeit gelten. Diese Beziehungen liefern i und A, wenn ϑ_i und ϑ_t bekannt sind, die aus lichtelektrischen Messungen mit ungleich größerer Genauigkeit bestimmt werden können als bisher. Natürlich wird man zunächst für jedes Minimum eine Kreisbahn voraussetzen. Die erste Näherung liefert zugleich Anhaltspunkte für eine etwa noch nötige kleine Variation von ϑ_i und ϑ_t und damit genauere Werte für A und i. Man kann aber diese Gleichungen auch noch in mannigfacher anderer Weise verwenden.

Der verwickeltere Fall, daß k nicht von vornherein bekannt ist, wird uns bei der folgenden Untersuchung nicht beschäftigen und kann daher hier außer Betracht bleiben. Zwar war auch im vorliegenden Falle anfangs k nicht bekannt, aber dies lag nicht am Wesen des Problems, sondern an der Beschaffenheit des Beobachtungsmaterials.

Für Kreisbahnen vereinfachen sich die Formeln 1. und 2. dahin, daß ϑ zur mittleren Länge und $\rho = 1$ wird. Für kugelförmige Komponenten wird $\varepsilon = 0$. Für $i = 90°$ wird $\delta = \rho \sin \vartheta$.

Das von Russell a. a. O. entwickelte Verfahren zur Bahnbestimmung von Bedeckungsveränderlichen konnte in dem vorliegenden Falle zunächst nicht herangezogen werden, aus Gründen, die auseinanderzusetzen hier zu weit führen würde. Nachdem erst eine gute genäherte Lichtkurve vorhanden war, wurde mit Erfolg auch Russells Verfahren angewandt. Die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf die Normalhelligkeiten führte dann zu nahe demselben Ergebnis wie die Rechnung nach den vorstehenden Formeln.

In den im folgenden besprochenen Untersuchungen ist e, das nach den spektroskopischen Beobachtungen[1] zwar merklich, aber sehr klein ist, während über die Lage des Periastrons für 1916 überhaupt keine Festsetzung getroffen werden konnte, gleich Null gesetzt worden. Da auch über die Rotationszeit der großen Achsen der Ellipsoide nichts weiter bekannt ist, als daß sie im Mittel gleich der Umlaufszeit im

[1] Nach R. H. Curtiss, a. a. O., ist $e = 0.018$. Dort ist auch eine Übersicht über die in Betracht kommende photometrische und spektroskopische Literatur gegeben, die daher hier nicht wiederholt zu werden braucht.

System ist, so ist angenommen, daß die großen Achsen der Ellipsoide sowohl im Haupt- wie im Nebenminimum genau zusammenfallen. Es wurde keine Veranlassung gefunden, von dieser Annahme abzugehen.

Die der Ermittlung der Konstanten des Systems β Lyrae zugrunde liegenden Helligkeiten, die wir einer am Schluß gegebenen Deutung der Erscheinungen zufolge der Kürze halber als »ungestörte« bezeichnen wollen, obwohl in aller Strenge diese Eigenschaft auch ihnen wahrscheinlich nicht zukommt, sind in einer ersten vorläufigen Untersuchung ausgesondert worden. Man wird bemerken, daß sie nicht willkürlich ausgesucht sind, sondern mit einer Ausnahme, Nov. 17, Phase 6^d641, sämtlich im September und in der ersten Hälfte des Oktober liegen. Es wurde also gemäß der augenscheinlichen Sachlage vorausgesetzt, daß die physische Helligkeit des Systems vom 2. September bis zum 16. Oktober, abgesehen vom 1. Oktober, praktisch konstant gewesen sei. Solche Zeiten sollen im folgenden als Perioden der Ruhe, die andern als Störungsperioden bezeichnet werden. Der einzige nicht in die Periode der Ruhe fallende Wert wird durch einen zweiten, Nov. 20, Phase 9^d605, der ebenfalls ziemlich hoch liegt, gestützt. Aus den ungestörten mit der Rubidiumzelle erhaltenen Helligkeiten sind die folgenden Normalhelligkeiten gebildet worden.

Spalte 1 und 2 enthalten die unmittelbaren Beobachtungsergebnisse: es sind im Durchschnitt je 4 vollständige Vergleichungen von β mit γ zu einem Einzelmittel vereinigt worden. Die 4. Spalte enthält die Reduktion der Spalte 2 wegen des visuellen Begleiters von β Lyrae, der mitgemessen werden mußte. Seine Helligkeit wurde zu 7^m8, die Maximalhelligkeit von β Lyrae zu 3^m4 angenommen. Das Spektrum des visuellen Begleiters ist $B\,3$. Die 7. Spalte enthält die rektifizierten Differenzen $\beta-\gamma$, die neben den Werten der 6. Spalte der photometrischen Bahnbestimmung zugrunde gelegt wurden. Die letzte Spalte enthält die Abweichungen der Normalhelligkeiten von der berechneten Lichtkurve, die also für die Rubidiumzelle gilt.

Bereits die ersten Versuche ergaben, daß die Neigung der Bahn sehr nahe bei 90° liegen muß. Die in einem fortgeschrittenen Stadium der Untersuchung vorgenommene Ausgleichung der beobachteten Normalhelligkeiten unter Benutzung der von Russell angegebenen Form der Bedingungsgleichungen führte zu dem gleichen Ergebnis: für das Hauptminimum wurde $\sin i = 1.0021$, für das Nebenminimum $\sin i = 0.9992$. Es wurde daher für die endgültigen Rechnungen, zu denen wir wieder unsere Formeln benutzten, $i = 90°$ angenommen. Die Konstanten, bei denen wir nach einigen Näherungen stehen blieben, sind die folgenden:

Normalhelligkeiten von β Lyrae.

Phase	$\beta-\gamma$ beob.	Zahl der Mittel	Korr. wegen visuell. Begl.	Mittel der Phasen	$\beta-\gamma$ Normalhell.	$\beta-\gamma$ rektif.	$B-K_{Rb}$
$0^d.391$	$+0^m.986$	1	$+0^m.043$	$0^d.391$	$+1^m.029$	$+0^m.805$	$0^m.000$
0.485	+0.950	2	+0.042	0.510	+0.981	+0.764	−0.010
0.536	+0.928	2	+0.041				
0.574	+0.912	1	+0.040	0.574	+0.952	+0.740	+0.016
1.304	+0.379	1	+0.025	1.320	+0.396	+0.258	−0.009
1.336	+0.363	1	+0.024				
1.369	+0.343	1	+0.024	1.395	+0.366	+0.236	−0.006
1.408	+0.339	2	+0.024				
1.446	+0.336	3	+0.024	1.456	+0.356	+0.232	+0.007
1.484	+0.323	1	+0.023				
2.349	+0.172	1	+0.020	2.396	+0.190	+0.160	−0.002
2.378	+0.171	2	+0.020				
2.414	+0.172	2	+0.020				
2.446	+0.165	1	+0.020				
3.308	+0.126	2	+0.020	3.358	+0.156	+0.154	−0.008
3.345	+0.136	2	+0.020				
3.383	+0.140	2	+0.020				
3.437	+0.146	1	+0.020				
5.361	+0.352	1	+0.024	5.377	+0.385	+0.207	+0.001
5.385	+0.366	2	+0.024				
5.418	+0.369	3	+0.024	5.418	+0.393	+0.211	−0.002
6.375	+0.550	2	+0.030	6.397	+0.579	+0.345	0.000
6.420	+0.550	2	+0.029				
6.641	+0.547	1	+0.029	6.641	+0.576	+0.348	+0.003
7.375	+0.342	2	+0.024	7.375	+0.366	+0.196	−0.001
7.424	+0.332	2	+0.024	7.424	+0.356	+0.191	+0.001
7.465	+0.321	2	+0.023	7.465	+0.344	+0.184	0.000
8.311	+0.206	1	+0.021	8.348	+0.223	+0.159	−0.003
8.349	+0.203	1	+0.021				
8.385	+0.196	1	+0.021				
9.329	+0.147	2	+0.020	9.329	+0.147	+0.145	+0.003
10.274	+0.170	1	+0.020	10.396	+0.197	+0.175	+0.013
10.370	+0.175	3	+0.020				
10.419	+0.178	3	+0.021				
10.462	+0.181	2	+0.021				
11.504	+0.330	1	+0.024	11.504	+0.354	+0.227	−0.009
12.267	+0.841	1	+0.038	12.267	+0.879	+0.673	+0.012
12.309	+0.868	1	+0.039	12.309	+0.907	+0.698	+0.003

Phase des Hauptminimums 0^d000 = 1916 Oktober 15.782 M. Z. Gr. (2421152) + $12^d9216 \cdot E$

Helligkeit des Hauptminimums $\beta - \gamma = +1^m039$ (rektif. $+0^m805$)

Phase des Nebenminimums 6^d35

Helligkeit des Nebenminimums $\beta - \gamma = +0^m579$ (rektif. $+0^m345$)

Halbe Dauer der Bedeckung im Hauptminimum 1^d888

Halbe Dauer der Totalität im Hauptminimum 0^d443

Halbe Dauer der Bedeckung im Nebenminimum 1^d376

Halbe Dauer der Ringförmigkeit im Nebenminimum 0^d363

Größte Helligkeit $\beta - \gamma = +0^m162$

Amplitude des Lichtwechsels 0^m877

$$k = \frac{a}{A} = 0.5295$$

$$J_A : J_a = 0.347$$
$$L_A = 0.553$$
$$L_a = 0.447$$
$$i = 90°$$
$$\varepsilon = 0.592$$
$$\left.\begin{matrix} A_1 = 0.5566 \\ a_1 = 0.2947 \end{matrix}\right\} \text{aus dem Hauptminimum}$$
$$\left.\begin{matrix} A_2 = 0.4578 \\ a_2 = 0.2424 \end{matrix}\right\} \text{aus dem Nebenminimum}$$
$$e \geq 0.0134$$

ω zwischen 90° und 270° (1916.8).

Die kleinere Komponente hat die größere Flächenhelligkeit. Absolut ist die größere etwas heller als die kleinere. Letztere wird im Hauptminimum total bedeckt. Die Epoche des Hauptminimums ist die aus unseren Messungen sich ergebende. Die Periode ist Hartwigs Ephemeriden veränderlicher Sterne[1] entnommen (Elemente von Lehnert) und gilt für das Mittel der Epochen von Stebbins (vgl. später) und uns. Sie nimmt im Jahr um 0^d00022 zu[2]. Die große Halbachse der Bahn der kleinen Komponente um den Schwerpunkt des Systems ist nach Curtiss, wenn i gleich 90° gesetzt wird, gleich 32.75 Millionen Kilometer, die Exzentrizität 0.018, die Länge des Periastrons 0° für 1907.6.

[1] Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellsch., 50. Jahrg., S. 312.

[2] Diese säkulare Änderung der Periode dauert bereits viel zu lange und ist viel zu groß, als daß sie durch eine Veränderlichkeit der Schwerpunktsbewegung des Systems (dritte Komponente) oder durch eine Bewegung der Apsiden erklärt werden könnte. Eher käme Gezeitenreibung im Sinne G. H. Darwins in Betracht. Aber auch eine Bewegung der Apsiden ist in dem bisher vorliegenden Beobachtungsmaterial mehrfach angedeutet; sie scheint sehr schnell zu verlaufen.

Der Versuch, aus A_1, α_1 und A_2, α_2 die Exzentrizität und die Lage des Periastrons zu bestimmen, führte zu $\omega = 265°7$ und zu dem unmöglich großen Wert $e = 0.18$. Es folgt daraus, daß die effektiven Werte der Radien der Komponenten für die beiden Bedeckungen verschieden sind, was wohl so zu erklären ist, daß die größere Komponente von einer besonders hohen und stark absorbierenden Atmosphäre umgeben ist. Ist ferner ein Helligkeitsabfall nach dem Rande der scheinbaren Scheiben vorhanden, der für die größere Komponente beträchtlich überwiegt, so müssen sich auch aus diesem Grunde A und α aus dem Nebenminimum kleiner ergeben. Die aus dem Nebenminimum ermittelten Werte für A und α werden jedoch voraussichtlich auch in diesem Falle der Wahrheit näher kommen. Da dann aber auch k für die beiden Minima im allgemeinen einen etwas verschiedenen Wert haben müßte, so können die ermittelten Elemente nur als Annäherungen an die Wahrheit angesehen werden, die noch nicht der Genauigkeit der Messungen entsprechen. Die konstanten Phasen der Minima sind nicht ausreichend mit Beobachtungen belegt, es kann daher die photometrische Bahnbestimmung auch aus diesem Grunde nur als eine vorläufige betrachtet werden. Zum Vergleich seien die von von Hepperger unter der Voraussetzung $I_A < I_a$ aus der Argelanderschen Lichtkurve von β Lyrae abgeleiteten Elemente angeführt[1], ferner die von Shapley unter der Voraussetzung, daß die Helligkeit von der Mitte der Scheibe nach dem Rande auf Null abnimmt, berechneten[2]:

von Hepperger		Shapley	
$e = 0.0384$	$A = 0.5225$	$e = ...$	$A = 0.678$
$\omega = 256°0$	$\alpha = 0.2612$	$\omega = ...$	$\alpha = 0.271$
$i = 90°$	$I_A = 0.287$	$i = 60°$	$I_A = 0.106$
$\varepsilon = 0.5988$	$L_A = 0.5342$	$\varepsilon = 0.652$	$L_A = 0.40$
$k = 0.5000$	$L_a = 0.4658$	$k = 0.400$	$L_a = 0.60$

Die photometrischen Systeme von Myers[3] und von Stein[4], aus Argelanders Lichtkurve, weichen nicht sehr wesentlich von dem von Heppergerschen ab. Die starke Abweichung der Shapleyschen Elemente kann nicht von der Berücksichtigung der Helligkeitsabnahme nach dem Rande herrühren, sondern muß seinen Grund in der Wahl der der Rechnung untergelegten Lichtkurve haben.

[1] Über den Zusammenhang zwischen der Lichtänderung und den Elementen des Systems β Lyrae, Wiener Sitzungsber. **118**, IIa, S. 923.

[2] Astrophys. Journ. **38**, S. 165. Dazu H. N. Russell and H. Shapley, On darkening at the limb in eclipsing variables, Astrophys. Journ. **36**, S. 239, 385.

[3] Astrophys. Journ. **7**, S. 1.

[4] Verh. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, Nr. 10, 1907, S. 459.

Die aus unseren Elementen folgende scheinbare Lichtkurve, die für jedes Zehntel der Phase berechnet wurde, geben wir in abgekürzter Form wieder, und zwar befreit vom Einfluß des visuellen Begleiters. Will man diesen Einfluß anbringen, um die Lichtkurve mit den Messungen unmittelbar vergleichbar zu machen, so sind die nebenstehenden Reduktionen noch hinzuzufügen. Die Helligkeiten sind in Größenklassen ausgedrückte Differenzen gegen γ Lyrae im Sinne $\beta - \gamma$.

Berechnete Lichtkurve von β Lyrae.

Phase	$\beta-\gamma$	Einfluß des visuell. Begl.	Phase	$\beta-\gamma$	Einfluß des visuell. Begl.
0.ᵈ0	+1.ᵐ039	−0.ᵐ044	6.ᵈ35	+0.ᵐ579	−0.ᵐ029
0.2	1.036	−0.044	6.6	0.575	−0.029
0.4	1.029	−0.043	6.713	0.570	−0.029
0.443	1.026	−0.043	6.8	0.551	−0.029
0.5	0.999	−0.042	7.0	0.485	−0.027
0.6	0.914	−0.039	7.2	0.418	−0.025
0.8	0.738	−0.034	7.4	0.362	−0.024
1.0	0.586	−0.030	7.6	0.315	−0.023
1.2	0.465	−0.026	7.726	0.294	−0.023
1.4	0.370	−0.024	7.8	0.285	−0.022
1.6	0.299	−0.023	8.2	0.241	−0.021
1.8	0.252	−0.022	8.6	0.204	−0.021
1.888	0.237	−0.021	9.0	0.177	−0.020
2.0	0.226	−0.021	9.4	0.163	−0.020
2.4	0.192	−0.020	9.8	0.162	−0.020
2.8	0.170	−0.020	10.2	0.174	−0.020
3.2	0.162	−0.020	10.6	0.198	−0.021
3.6	0.172	−0.020	11.0	0.234	−0.021
4.0	0.196	−0.021	11.032	0.237	−0.021
4.4	0.231	−0.021	11.2	0.269	−0.022
4.8	0.273	−0.022	11.4	0.325	−0.023
4.974	0.294	−0.023	11.6	0.405	−0.025
5.0	0.297	−0.023	11.8	0.510	−0.027
5.2	0.337	−0.023	12.0	0.643	−0.031
5.4	0.389	−0.024	12.2	0.806	−0.036
5.6	0.450	−0.026	12.4	0.982	−0.042
5.8	0.519	−0.028	12.477	1.026	−0.043
5.987	0.570	−0.029	12.5	1.028	−0.043
6.0	0.571	−0.029	12.6	1.032	−0.044
6.2	0.577	−0.029	12.8	1.038	−0.044
6.35	+0.579	−0.029	12.92	+1.039	−0.044

Diese Lichtkurve hat zur Bildung der Spalten $B - K_{Rb}$ und $B - K_{Na}$ in der Zusammenstellung der Beobachtungen gedient. Man sieht, daß die Messungen mit der Natriumzelle von den Messungen mit der Rubidiumzelle, aus denen allein die Lichtkurve abgeleitet wurde, systematisch abweichen, in dem Sinne, daß der B-Stern β Lyrae mit der

blau-violett-empfindlichen Natriumzelle relativ zu dem *A*-Stern γ Lyrae im August 1916 um durchschnittlich 0ᵐ092 heller gemessen wurde, als mit der grün-blau-empfindlichen Rubidiumzelle im September 1916. Dies entspricht recht genau dem Unterschiede des Spektraltypus der beiden Sterne und der selektiven Empfindlichkeit der Zellen[1]. Dagegen liegen die *Na*-Messungen von 1913 durchschnittlich um 0ᵐ061 tiefer als die *Na*-Messungen von 1916 und nur 0ᵐ031 über dem Niveau der *Rb*-Lichtkurve. Gemäß dem Eindruck, den die graphische Darstellung der Abendmittel der $B-K_{Rb}$ (Fig. 2) erweckt, kann man

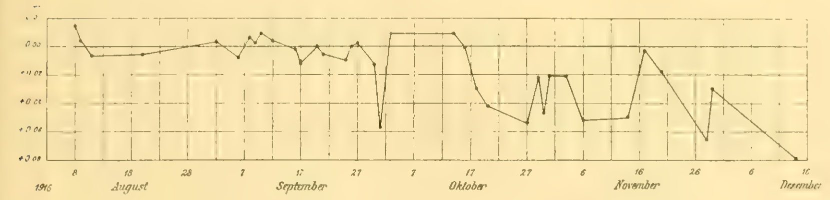


Fig. 2. Abweichungen der Abendmittel von der »ungestörten« Lichtkurve.

sagen, daß die Periode der relativen Ruhe, in der der Stern sich im September 1916 befand, bereits im August vorhanden war. Die *Na*-Abweichungen für 1916 sind in der Darstellung auf das Niveau der *Rb*-Abweichungen durch Addition von 0ᵐ092 reduziert. Im August 1913 dagegen und von Mitte Oktober 1916 ab herrschte eine Periode der Störungen. Die Spalte $B-K_{Na}$ enthält die Abweichungen der *Na*-Messungen von ihrem Mittelwert für 1916. Zur Beurteilung der Realität der Schwankungen mag bemerkt werden, daß für 1916 die durchschnittliche Messungsunsicherheit eines Punktes nur einige Tausendstel einer Größenklasse beträgt. Die Art der Schwankungen erweckt sogleich den Eindruck, daß es sich um Wirkungen von Absorptionsschwankungen handelt. Diese Vermutung liegt außerordentlich nahe, da das Spektrum von β Lyrae uns lehrt[2], daß mindestens eine der Komponenten, wenn nicht das ganze System, von einer ungewöhnlich mächtigen Gasatmosphäre umgeben ist. Eine uns öfters aufgefallene Erscheinung, die anscheinend bisher wenig beachtet worden ist, möchten wir bei dieser Gelegenheit erwähnen, da sie offenbar mit der hier aufgeworfenen Frage im Zusammenhang steht. Die Farbe von β Lyrae erscheint zuzeiten, ohne erkennbaren Zusammenhang mit dem regelmäßigen Lichtwechsel, ziemlich auffallend gelb, im Widerspruch mit dem frühen Spektraltypus. Es würde gewiß von Inter-

[1] A. N. 4763.

[2] H. R. Curtiss, a. a. O., und viele andere Quellen.

esse sein, den Farbenindex von Zeit zu Zeit so genau wie möglich zu bestimmen.

Ordnet man die Abweichungen der *Na*-Messungen von 1913 und 1916 von ihrem mittleren Niveau nach der Phase, so erhält man die folgende kleine Übersicht:

1913			1916		
Phase	Abweichung	Helligkeit ($\beta-\gamma$)	Phase	Abweichung	Helligkeit ($\beta-\gamma$)
4ᵈ5	−0ᵐ008	+0ᵐ18	5ᵈ8	+0ᵐ010	+0ᵐ40
5.5	+0.017	+0.36	8.2	+0.006	+0.13
6.5	−0.003	+0.51	9.3	−0.014	+0.04
8.5	+0.001	+0.16	10.2	−0.004	+0.06
9.5	−0.033	+0.16	12.2	+0.007	+0.68
10.5	+0.026	+0.16			

Die Messungen von 1913 sind als erheblich ungenauer zu betrachten als die von 1916, da sie die allerersten Versuche nach der neuen Methode darstellen, und da sie aus einzelnen, zum Teil unter ungünstigen atmosphärischen Verhältnissen erhaltenen Vergleichungen bestehen. Eine ganz geringe Abhängigkeit der Amplitude des Lichtwechsels von der Wellenlänge — die Amplitude für die Natriumzelle um 0ᵐ01 — 0ᵐ02 größer als für die Rubidiumzelle — ist nicht ausgeschlossen, aber keineswegs sichergestellt.

Bereits im Frühjahr 1916 veröffentlichte J. Stebbins das Ergebnis einer von 1915 Juni 21 bis Juli 30 bei einem vorübergehenden Aufenthalt auf der Lick-Sternwarte erhaltenen wertvollen Reihe von lichtelektrischen Messungen an β Lyrae, die ebenfalls mit einer Rubidiumzelle ausgeführt worden ist[1]. Der Nachteil der Kürze des Zeitraumes der Beobachtungen wird durch die Güte des kalifornischen Klimas wettgemacht, das im Sommer fast tägliche Beobachtung erlaubt. Eins der Ziele dieser Reihe war die genauere Bestimmung der Konstanten des Systems β Lyrae. Daß dieses Ziel nicht erreicht wurde, lag nicht an der Beschaffenheit der Messungen, sondern an der Eigenart des Sternes. Wir haben ziemlich viel Zeit darauf verwandt, aus dieser Reihe in derselben Weise wie aus der unsrigen die Systemkonstanten zu ermitteln. Es ist uns nicht geglückt, da sich herausstellte, daß der Stern in dem größeren Teil des 40-tägigen Beobachtungszeitraumes, nämlich von Juni 21 bis Juli 14, in einem Zustande besonders großer Unruhe sich befunden hat, so daß die Abweichungen von einer theoretischen Lichtkurve ein volles Zehntel einer Größenklasse erreichen mögen. Verhältnismäßig ruhig war der Stern, soviel man

[1] Lick Bull. Nr. 277.

sehen kann, nur von Juli 14—20, und von Juli 26 bis zum Schluß der Beobachtungen. Unter diesen Umständen waren die ungestörten Beobachtungsdaten zu spärlich, um eine einigermaßen zuverlässige Bahnbestimmung zu ermöglichen. Folgendes haben wir aus den Beobachtungen herausziehen können: $\varepsilon = 0.628$, normale oder größte Helligkeit $\beta - \gamma = +0^{m}160$, rektifizierte Helligkeit des Nebenminimums $\beta - \gamma = +0^{m}350$, rektifizierte Helligkeit des Hauptminimums $\beta - \gamma = +0^{m}820$ (?), Phase des Hauptminimums in unseren Elementen $-0^{d}20$, des Nebenminimums $6^{d}35$, halbe Dauer des Hauptminimums $1^{d}8\pm$, des Nebenminimums $1^{d}3\pm$, $e > 0.0109$, ω zwischen 270° und 90° (1915.5). Die Helligkeit des Hauptminimums ist besonders unsicher. Der Unterschied von einigen Hundertstel Größenklassen, den Stebbins zwischen dem ersten und zweiten Maximum der Lichtkurve fand, wird offenbar dadurch hervorgerufen, daß für das erste Maximum nur Beobachtungen aus der Periode der Störungen, für das zweite dagegen bis auf eine nur solche aus der Zeit der Ruhe vorhanden sind. Im allgemeinen bestätigen diese Messungen die unsrigen befriedigend. Insbesondere sind auch sie nur mit einer relativ kurzen Dauer des Nebenminimums und einer relativ langen des Hauptminimums vereinbar. Weniger gut ist die Übereinstimmung der Werte für ε. Der von 1915 bedeutet eine Amplitude des Rotationslichtwechsels von $0^{m}272$, der von 1916 eine solche von nur $0^{m}234$. Ob der Unterschied reell ist, entzieht sich noch der Beurteilung. Wir glauben es vorläufig nicht, da die Bestimmung von ε von dem Gelingen der Eliminierung der unregelmäßigen Störungen abhängig ist. Das Bild der unregelmäßigen Schwankungen von 1915, wie es uns in einer vorläufigen Darstellung vorliegt, ist das gleiche wie 1916, nur war die Amplitude der Schwankungen noch größer. Sollten die weiteren Untersuchungen ergeben, daß der regelmäßige Lichtwechsel, abgesehen von gesetzmäßigen mechanischen Veränderungen, stets derselbe bleibt, so wird es später möglich sein, aus den Stebbinsschen Messungen den Verlauf der unregelmäßigen Schwankungen für Juni bis Juli 1915 mit einer der Genauigkeit der Messungen entsprechenden Schärfe festzustellen.

Es bleibt noch übrig, eine Erklärung der unregelmäßigen Schwankungen zu versuchen. Es wurde bereits bemerkt, daß sie anscheinend die Wirkungen von Absorptionsschwankungen sind. Zwei Möglichkeiten kommen dann in Frage, je nachdem man das eine oder das andere der von Curtiss a. a. O. skizzierten Modelle des Systems β Lyrae, die beide mit den äußerst verwickelten spektralen Erscheinungen vereinbar zu sein scheinen, annimmt. Das eine besteht in groben Umrissen aus zwei sehr ungleichen Massen, deren Verhältnis 1:20 oder

noch kleiner ist. Die größere ist eine ausgedehnte Gasmasse mit einem Kern unter hohem Druck usw., der ein (relativ schwaches) kontinuierliches Spektrum zu liefern imstande ist, während die Hülle sowohl schwach oszillierende Emissionslinien oder -bänder im Spektrum erzeugt, wie mit ihren äußeren Schichten schwach oszillierende Absorptionslinien. Die kleinere ist ein Stern vom Spektraltypus $B8$, dem die stark oszillierenden Absorptionslinien angehören. Das andere Modell besteht aus zwei wenig verschiedenen Massen, einer Gasmasse, die das Emissionslinienspektrum und ein schwaches kontinuierliches Spektrum liefert, und einem $B8$-Stern, wie vorher. Das letztere System ist außerdem in eine ausgedehnte Gasatmosphäre eingehüllt, deren Emissionslinien die der Gaskomponente überlagern, und die außerdem nicht oszillierende Absorptionslinien liefert.

Die Massenfunktion $\frac{m_A^3 \sin^3 i}{(m_A + m_a)^2}$ ergibt sich aus Curtiss' Bahnbestimmung — und nahe ebenso aus den älteren — zu 8.41 Sonnenmassen, dem weitaus größten bisher in einem Doppelsternsystem gefundenen Betrage. Es muß entweder die Gesamtmasse des Systems ungewöhnlich groß, oder die Masse m_a der kleineren Komponente im Verhältnis zur Masse m_A der größeren klein sein. Die den beiden Modellen entsprechenden Massenverhältnisse 1 : 20 und 1 : 1 ergeben $m_A = 9.27\odot$, $m_a = 0.46\odot$ bzw. $m_A = m_a = 33.64\odot$. Das zweite Modell hat eine etwas unwahrscheinlich große Gesamtmasse. Der Wert 1 : 20 für das erste Modell hat als eine obere Grenze zu gelten. Die doppelte Amplitude der $B8$-Linien beträgt zwar 369 km, aber die Meßgenauigkeit ist bei diesem Spektrum gering. Für ein Massenverhältnis 1 : 30 ergibt sich $m_A = 9.00\odot$, $m_a = 0.30\odot$. Im zweiten Modell ist also die Größenordnung der Massen nur wenig abhängig von ihrem Verhältnis.

Wie verhalten sich nun die photometrischen Ergebnisse zu diesen beiden Modellen? Die Konstante L_A ist mit beiden Modellen gleich gut vereinbar. Die Konstante k würde bei gleicher Dichte der Komponenten ein Massenverhältnis von 1 : 7 nach sich ziehen. Die große Verschiedenheit der Dauer der beiden Bedeckungen bestätigt den aus dem Spektrum gezogenen Schluß, daß die größere der beiden Komponenten eine besonders ausgedehnte Atmosphäre besitzt. Faßt man die unregelmäßigen Schwankungen der Helligkeit als die Wirkung veränderlicher Absorption auf, so hat man die Störungen bei dem ersten Modell wohl in der Atmosphäre der größeren Komponente, beim zweiten in dem das ganze System umhüllenden Gasmedium zu suchen. Im ersteren Falle wäre die größere Komponente allein der Träger des unregelmäßigen Lichtwechsels, im zweiten Falle hätten

beide Komponenten scheinbar eine unregelmäßig veränderliche physische Helligkeit. Während im zweiten Fall die beiden Minima in bezug auf die unregelmäßigen Helligkeitsschwankungen sich ungefähr gleich verhalten müßten, wäre im ersten Falle eine Verminderung der Amplitude der unregelmäßigen Schwankungen nach dem Nebenminimum hin und eine Vergrößerung derselben nach dem Hauptminimum hin zu erwarten. Eine Verkleinerung der Amplitude nach dem Nebenminimum hin wird in der Tat von den wenigen Beobachtungen angedeutet, wie die folgende kleine Übersicht zeigt, in der die Beobachtungen aus der Zeit der Ruhe des Sternes von denen aus der Zeit der Störungen getrennt wurden.

Durchschnittliche Abweichungen zur Zeit der Ruhe.

Phasen des Hauptminimums	Phasen des Nebenminimums	Die übrigen Phasen
$0^m.009$ (13)	$0^m.005$ (17)	$0^m.008$ (44).

Durchschnittliche Abweichungen zur Zeit der Störungen.

Phasen des Hauptminimums	Phasen des Nebenminimums	Die übrigen Phasen
$0^m.049$ (11)	$0^m.027$ (3)	$0^m.043$ (19).

Die Zahl der Beobachtungen ist in Klammern hinter die durchschnittlichen Abweichungen von der berechneten Lichtkurve gesetzt. Zur Zeit der Ruhe war natürlich kein erheblicher Unterschied zwischen den Minima und den übrigen Phasen zu erwarten, ein kleiner Gang in dem vorhin skizzierten Sinne ist aber doch vorhanden gewesen. Zur Zeit der Störungen sind die Abweichungen der leider nur sehr wenigen Messungen im Nebenminimum merklich kleiner gewesen. Sowohl 1915 (Juli 1—2) wie 1916 (Nov. 17) trat inmitten von Störungsperioden der Fall ein, daß die Abweichungen im Nebenminimum merklich zurückgingen, während andererseits große Abweichungen bisher im Nebenminimum weder 1915 noch 1916 beobachtet worden sind. Wenn auch das Material jetzt noch viel zu spärlich ist, so scheint doch die Überwachung des Verhaltens des Nebenminimums in Störungsperioden Aufklärung zu versprechen. Legt man bis auf weiteres das erste Modell zugrunde, ohne daß damit eine überwiegende Wahrscheinlichkeit zugunsten desselben behauptet werden soll, so ergeben die aus dem Nebenminimum folgenden Systemkonstanten in Verbindung mit den spektroskopischen Daten:

Große Halbachse der Bahn der kleinen Komponente in bezug auf die größere:	34.4	Mill. km
Große Halbachse der größeren Komponente	15.75	»
Kleine » » » »	12.69	»

Große Halbachse der kleinen Komponente 8.34 Mill. km
Kleine » » » » 6.72 » »
$m_a : m_A = 0.05$ (Maximalwert)
$m_A + m_a = 9.73 \odot$ (Maximalwert)
Dichte der größeren Komponente 0.0011 } Minimalwerte.
» » kleineren » 0.0004 }

Angesichts der spektroskopischen und der Intensitätsverhältnisse ist es bedenklich, daß sich für die kleine Komponente relativ und absolut eine so geringe Dichte ergibt. Mit dem Massenverhältnis 1 : 1 erhält man für die kleine Komponente die Dichte 0.0037, für die größere 0.00055. Die Radien der Photosphären der beiden Komponenten sind wohl noch merklich kleiner als die obigen, dementsprechend die wirklichen Dichten größer. Die aus dem Massenverhältnis 1 : 20 folgende Dichte der größeren Komponente entspricht dem 1.2fachen der Dichte atmosphärischer Luft bei 0° Temperatur und 760 mm Druck. Der kleinste Abstand der Oberflächen der Komponenten ist 10.3 Mill. km oder rund $^1/_5$ des Abstandes des Merkur von der Sonnenoberfläche.

Die Annahme geometrischer Ähnlichkeit der Komponenten wird aus theoretischen Gründen später wahrscheinlich verlassen werden müssen, wodurch allerdings die Formeln ganz erheblich verwickelter werden, um so mehr, als dann auch dreiachsige Ellipsoide einzuführen sind.

Schließlich sei noch auf die Ähnlichkeit des physischen Lichtwechsels von β Lyrae — abgesehen von seinem weit geringeren Umfang und schnellerem Verlauf — mit dem Lichtwechsel der bekannten unregelmäßigen Veränderlichen *R* Coronae borealis[1] und der ihm verwandten Sterne, sowie *X* Persei[2] hingewiesen. In beiden Fällen besteht nach dem bisher vorliegenden Beobachtungsmaterial für die Helligkeit eine bestimmte obere Grenze, die den normalen Zustand darzustellen scheint. Die Schwankungen gehen im wesentlichen nur nach der positiven Seite der Größenskala. Eine Ähnlichkeit besteht weiter darin, daß die Spektren dieser Sterne, wenigstens zeitweise, ebenfalls Emissionslinien enthalten. Das Spektrum von *R* Coronae ist zur Zeit der normalen Helligkeit wahrscheinlich *F*—*G*, das von *X* Persei *F*[3].

[1] Ludendorff, Publ. Potsd. Bd. 19.
[2] Müller und Kempf, A. N. 4186.
[3] Ludendorff, a. a. O., und Harv. Ann. Bd. 55 und 56.

Ausgegeben am 15. März.

1917.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. März. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Erdmann las über »die Idee von Kants Kritik der reinen Vernunft«. (Abh.)

Sie wurde entsprechend den Anweisungen Kants aus dem ursprünglichen Aufbau des Werks abgeleitet.

Ausgegeben am 15. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



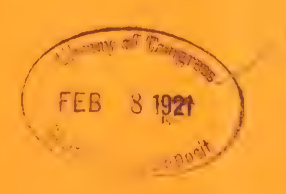
1917 XIV. XV. XVI

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

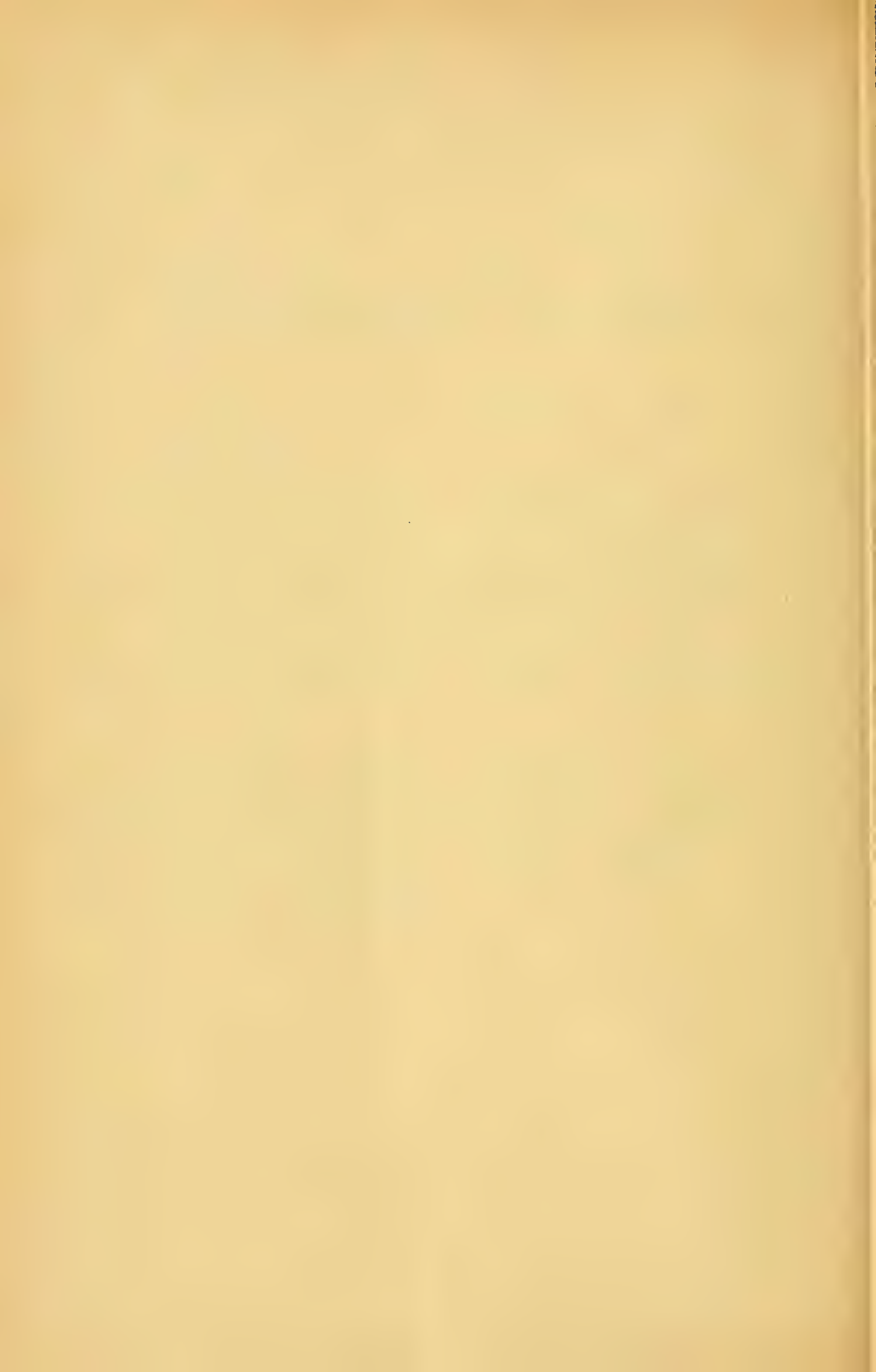
*1. Hr. Correns sprach über das gemeinsame Vorkommen einer dominierenden und einer rezessiven Sippe im Freien.

An Hand von Zählungen und Beobachtungen an *Salsola Kali* wurde das Verhalten zweier verwandter, synözischer Sippen im Freien besprochen und auf die Schlüsse eingegangen, die sich daraus für das Problem der Artbildung ergeben.

2. Die philosophisch-historische Klasse hat Hrn. Stumpf zu phonographischen Aufnahmen griechischer Dialekte und Gesänge 900 Mark bewilligt.

Die Akademie hat durch den Tod verloren Ende Februar das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Gaston Darboux in Paris, am 3. März das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hrn. Eugen Bormann in Wien und am 6. März das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Ernst Wilhelm Benecke in Straßburg.

Ausgegeben am 29. März.



1917.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. März. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Seckel las: Die Pseudoisidor-Exzerpte und die übrigen Angilram-fremden Texte in dem Libellus des Bischofs Hinkmar von Laon. (Abh.)

Im Anschluß an die vorjährige Mitteilung (Sitzungsber. 1916, S. 419) wurden die erwähnten Texte auf ihre Herkunft, die vermittelnden Quellen, den Inhalt und die Tendenz untersucht.

Ausgegeben am 29. März.



1917.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. von Waldeyer-Hartz machte eine zweite Mitteilung über Intraparietalnähte. (Abh.)

Es werden die Ergebnisse einer großen Reihe weiterer Untersuchungen an Säugetierschädeln mitgeteilt unter Hinweis auf mögliche Täuschungsformen. Ferner die Beziehungen der Gefäße zu den Verknöcherungszentren im Bereiche des Scheitelbeines sowie die eigentümlichen Nahtknochen zwischen Parietale, Occipitale und Squamosum, die sich auffallend häufig bei mehreren südamerikanischen Nagetierarten finden.

Über die Starrheit der Eiflächen und konvexen Polyeder.

Von Prof. Dr. Hermann Weyl
in Zürich.

(Vorgelegt von Hrn. Frobenius am 8. März 1917 [s. oben S. 207].)

Einleitung.

Es handelt sich im folgenden um die beiden einander korrespondierenden Sätze:

Satz I. Ein konvexes Polyeder, dessen Seitenflächen starre, in den Kanten durch Scharniere verbundene Platten sind, ist nur als Ganzes, nicht aber in den Scharnieren infinitesimal beweglich.

Satz II. Eine stetig gekrümmte, geschlossene konvexe Fläche läßt keine infinitesimalen Verbiegungen zu.

Für Satz I hat Cauchy[1] einen sehr durchsichtigen Beweis erbracht, der gleichzeitig das diesem »infinitesimalen« Theorem korrespondierende »endliche« liefert:

[1] Journal de l'École Polytechnique, Cah. 16 (1813), S. 87—98, oder Werke (2) 1, S. 26—38. — An den letzten Schlüssen, die Cauchy zieht, ist eine kleine Korrektur anzubringen, da die Einteilung der Polyederoberfläche in kantenbegrenzte Gebiete, auf die er die Eulersche Polyederformel anwendet, auch mehrfach zusammenhängende Gebiete liefern kann und demgemäß jene Eulersche Gleichung eventuell durch die zugehörige Ungleichheit ersetzt werden muß. In dieser ist aber das $<$-Zeichen so gerichtet, daß eintreffendenfalls Cauchys Schlußweise *a fortiori* den gewünschten Widerspruch ergibt. — Cauchy verwendet überall Ausdrücke, die der Vorstellung einer infinitesimalen Bewegung entsprechen. Da er aber ausdrücklich die Folgerung I* zieht, will er offenbar daneben diese Wendungen auch in dem Sinne eines Vergleichs zweier Zustände verstanden wissen, zwischen denen kein kontinuierlicher Übergang zu bestehen braucht; alle seine Schlüsse sind Wort für Wort richtig, ob man sie nun so oder so interpretiert. — Satz I ist das Thema einer ganz kürzlich erschienenen Arbeit von M. Dehn (Math. Ann. Bd. 77. S. 466—473); sein Verfahren, das sich ebenfalls hauptsächlich im Felde der Analysis situs bewegt, ist gewiß sehr scharfsinnig, aber doch erheblich komplizierter als das Cauchys und läßt sich weder auf I* noch auf II übertragen. Bei der geschilderten Sachlage muß ich Einspruch dagegen erheben, daß Hr. Dehn des Beweises von Cauchy nur mit Bezug auf I* Erwähnung tut und Satz I als etwas ganz Neues hinstellt (eher ließe sich noch das Umgekehrte vertreten!).

Satz I. Zwei gleich zusammengesetzte konvexe Polyeder, deren entsprechende Seitenpolygone kongruent sind, sind selber kongruent oder symmetrisch.*

Cauchys Beweis trägt das Gepräge der Analysis situs; die Eulersche Polyederformel spielt eine entscheidende Rolle. Ich werde hier zu dem Satz I auf einem prinzipiell andern Wege gelangen, indem ich mich lediglich solcher elementargeometrischer Überlegungen über konvexe Polygone und Polyeder bediene, wie sie Minkowski in seiner nachgelassenen Abhandlung »Theorie der konvexen Körper[1]« anstellt. Dieser Weg wird mich freilich nur zu I, nicht auch zu I* führen, *dafür aber* (bei richtiger Analogisierung) *das die krummen Flächen betreffende Theorem II miterledigen.*

Die Richtigkeit von Satz II ist zuerst von H. Liebmann, dann auf anderm Wege von W. Blaschke dargetan worden[2]. Blaschke machte die fundamentale Bemerkung, daß jene homogene lineare Differentialgleichung, auf welche Weingarten das Problem der unendlich kleinen Verbiegung zurückgeführt hat, identisch ist mit derjenigen, die in der Brunn-Minkowskischen Theorie von Volumen und Oberfläche die beherrschende Rolle spielt. Daß aber diese Gleichung keine Lösungen besitzt (außer gewissen selbstverständlichen, welche den Drehungen der Fläche entsprechen), ist von Hilbert[3] in ganz analoger Weise wie beim Liebmannschen Beweis dadurch gezeigt worden, daß die hypothetische Lösung als Potenzreihe angesetzt und die niedrigsten nichtverschwindenden Glieder (die eventuell beliebig hoher Ordnung sein können) diskutiert werden. Schöner und einfacher erhält man jedoch dieses Ergebnis auf Grund der Symmetrie-Eigenschaften des gemischten Volumens (die tiefer liegenden Brunn-Minkowskischen Ungleichheiten brauchen nicht herangezogen zu werden). Der so entstehende Beweis von Satz II ist von den unnatürlichen Einschränkungen frei, die mit der Potenzentwicklung verbunden sind, und bewährt sich vor allem dadurch, daß er eine unmittelbare Übertragung auf Polyeder gestattet.

Ich veröffentliche diese Note, deren Gedanken, wie man sieht, nur zum geringen Teil von mir herrühren, um die Lösung des Problems der infinitesimalen Verbiegung konvexer Gebilde einmal in der vollen Harmonie, mit der das heute möglich ist, ab ovo auseinanderzusetzen: zweitens aber auch, um mir eine sichere Grundlage zu schaffen für die Darstellung weitergehender Untersuchungen, die sich beziehen

[1] Ges. Abhandlungen Bd. II, Nr. XXV, S. 131 ff.

[2] Betreffs aller Literaturangaben verweise ich auf das schöne Buch von Blaschke, Kreis und Kugel, 1916, S. 162—164.

[3] Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen, Teubner 1912, Satz 50, S. 247.

auf das Analogon zu I* für krumme Flächen (»*Die isometrische Abbildung einer stetig gekrümmten geschlossenen Fläche auf eine andere kann nur eine Kongruenz oder Symmetrie sein*«) und auf diejenigen inhomogenen Probleme, welche den bisher erwähnten homogenen korrespondieren[1].

Polyeder.

1. Bei der infinitesimalen Bewegung eines starren Körpers erfährt bekanntlich jeder Punkt $\mathfrak{p}$, zu dem von einem festen Anfangspunkt O der Vektor $\overrightarrow{O\mathfrak{p}} = \mathfrak{r}$ führt, eine Verschiebung $\delta\mathfrak{r}$, die gegeben ist durch

$$\delta\mathfrak{r} = \mathfrak{a} + [\mathfrak{d}, \mathfrak{r}],$$

wo der »Verschiebungsvektor« $\mathfrak{a}$ und der »Drehvektor« $\mathfrak{d}$ von $\mathfrak{p}$ unabhängig sind. Für jede polygonale Seitenplatte $\mathfrak{P}_i$ unseres konvexen Polyeders Π haben wir einen solchen Verschiebungsvektor $\mathfrak{a}_i$ und einen Drehvektor $\mathfrak{d}_i$. Die Ebene, in der $\mathfrak{P}_i$ liegt, heiße E_i, der in Richtung der äußeren Normale von $\mathfrak{P}_i$ aufgetragene Einheitsvektor $\mathfrak{n}_i$. Betrachten wir zwei Seitenflächen $\mathfrak{P}_1$, $\mathfrak{P}_2$, die in einer Kante zusammenstoßen, so ist die relative Bewegung von $\mathfrak{P}_2$ in bezug auf $\mathfrak{P}_1$ lediglich eine Drehung um diese gemeinsame Kante. Es muß daher $\mathfrak{d}_1 - \mathfrak{d}_2$ der Kante parallel sein (*Scharnierbedingung*) oder, was dasselbe besagt, senkrecht auf $\mathfrak{n}_1$ und $\mathfrak{n}_2$ stehen:

$$(S_1) \qquad \mathfrak{d}_1\mathfrak{n}_1 = \mathfrak{d}_2\mathfrak{n}_1,$$
$$(S_2) \qquad \mathfrak{d}_1\mathfrak{n}_2 = \mathfrak{d}_2\mathfrak{n}_2.$$

Ich bezeichne die Normalkomponente von $\mathfrak{d}_i$, d. i. $(\mathfrak{d}_i\mathfrak{n}_i)$ mit W_i. Wir führen einen positiven Parameter ε ein und erteilen allgemein der Ebene $E_i = E_i^0$ in Richtung ihrer Normalen $\mathfrak{n}_i$ die Verschiebung εW_i, wodurch sie in die parallele Ebene E_i^ε übergeht. Lassen wir hier noch ε, das wir als *Zeit* deuten, variieren, nämlich von 0 ab wachsen, so haben wir ein sich bewegendes System von Ebenen E_i, deren jede eine gleichförmige Translation in Richtung ihrer Normalen mit der Geschwindigkeit W_i erleidet. Bei beliebig gegebenen Zahlen W_i nennen wir dies den (durch die W_i bestimmten) *Verschiebungsprozeß*. Wir bezeichnen fortan mit Buchstaben ohne oberen Index die sich bewegenden Gebilde; in der Lage, die sie zur Zeit ε haben, werden sie durch den oberen Index ε, in der Ausgangslage insbesondere durch den Index 0 gekennzeichnet.

Erteilen wir E_1^0, E_2^0 die gemeinsame Verschiebung $\varepsilon\mathfrak{d}_1$, so gehen sie beide in dieselbe Endlage E_1, E_2 über, die sie auch durch unsern

[1] Eine Skizze derselben ist erschienen in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich Bd. 61 (1916), S. 40—72.

Verschiebungsprozeß erhalten: so läßt sich der Inhalt der Gleichung (8_2) aussprechen. Ist $\mathfrak{P}_1^0$ z. B. ein Fünfeck, so kann hier an Stelle von E_2^0 jede der fünf Ebenen E_j^0 treten, deren Polygon $\mathfrak{P}_j^0$ längs einer Kante an $\mathfrak{P}_1^0$ angrenzt. Diese fünf Ebenen E_j^0 zusammen mit E_1^0 nenne ich den »Ebenenverband« (E_1^0). Es gilt demnach zu zeigen:

Verschiebungssatz. Jede der Ebenen E_i^0 erfahre eine Verschiebung in Richtung ihrer Normalen — von solcher Art, daß jeder Ebenenverband (E_i^0) auch durch eine einzige gemeinsame Parallelverschiebung $\mathfrak{d}_i$ *in seine Endlage übergeführt werden kann. Dann geht notwendig das ganze Ebenensystem durch eine einzige Parallelverschiebung in seine Endlage über, d. h. alle* $\mathfrak{d}_i$ *sind einander gleich.*

Das Bisherige ist rein formaler Natur. Jetzt aber betrachten wir das von den sich bewegenden Ebenen E_i umschlossene konvexe Polyeder Π, das von dem gegebenen Anfangszustand Π^0 aus mit der Zeit ε sich in gewisser Weise verändert. Dabei mögen die den Verschiebungsprozeß bestimmenden Größen W_i zunächst ganz beliebig sein.

2. Sehen wir zu, wie die Veränderung des in der Ebene E_1 liegenden Seitenpolygons $\mathfrak{P}_1$ von Π einem auf E_1 ruhenden Beobachter während des Verschiebungsprozesses erscheint. Jede andere Ebene E_i schneidet E_1 in einer Geraden g_i. Da E_i relativ zu E_1 sich in gleichförmiger Translation befindet, bewegt sich jede dieser Geraden g_i in der Ebene E_1 mit gleichförmiger Geschwindigkeit — ich setze fest: senkrecht zu ihrer eigenen Richtung. Solange ε hinreichend klein ist, werden sicher alle diejenigen Geraden g_i, die zur Zeit 0 an der Begrenzung von $\mathfrak{P}_1$ mit einer ganzen Strecke teilnehmen (ich heiße sie »Geraden 1. Art«: sie werden im Momente 0 durch die Ebenen des Verbandes (E_1^0) ausgeschnitten) dieser Eigenschaft nicht verlustig gehen; ebensowenig werden die Geraden, welche im Momente 0 das Polygon überhaupt nicht berühren, während einer gewissen Zeit aufhören, ganz außerhalb des Polygons zu verlaufen. Es wird aber im allgemeinen auch solche Gerade g_i^0 geben, welche, durch eine Ecke von $\mathfrak{P}_1^0$ hindurchgehend, nur mit dieser Ecke zu seiner Begrenzung gehören. Relativ zu dem Winkel, den die beiden in dieser Ecke zusammenstoßenden Polygonseiten bilden, erfährt eine solche Gerade eine gleichförmige Translation in der Weise, daß sie für $\varepsilon > 0$ *entweder* beständig diesen Winkelraum (in einer linear wachsenden Strecke) durchschneidet [Fall a] *oder* sich im Gegenteil ganz von ihm ablöst und beständig weiter entfernt [Fall b]. Im Falle a nennen wir sie eine »Gerade der 2. Art«; den Fall b erachten wir auch dann als vorliegend, wenn die Gerade überhaupt relativ zu jenem Winkel in Ruhe verharrt (oder sich nur in sich verschiebt). Wir erkennen aus dieser Betrachtung, daß man eine positive Zahl ε_1 wählen kann, so klein, daß für $0 < \varepsilon \leqq \varepsilon_1$ die Begrenzung des Polygons $\mathfrak{P}_1$ genau

von den Geraden g_k der 1. und 2. Art gebildet wird derart, daß jede von ihnen auch wirklich mit einer Strecke an der Begrenzung teilnimmt. Für $\varepsilon = 0$ aber scheiden die Geraden 2. Art als begrenzende aus. Da Entsprechendes wie für E_1 für jede der Ebenen E_i gilt, so folgt noch, wenn wir unter ε_0 die kleinste der Zahlen ε_i verstehen, daß für $0 < \varepsilon \leqq \varepsilon_0$ das Polyeder Π in allen seinen Gestalten Π^ε in bezug auf die Zahl, Lage und gegenseitigen Zusammenhang der Seitenflächen, Kanten und Ecken vollständig stabil ist; für $\varepsilon = 0$ jedoch können einzelne dieser Ecken zusammenfallen und gewisse Kanten dadurch zu Null zusammenschrumpfen. Oder denken wir uns umgekehrt die verschiedenen Gestalten des Polyeders, von Π^0 aus, im positiven Zeitsinn durchlaufen, so werden im ersten Moment gewisse Ecken von Π^0 (in welchen nicht bloß drei Seitenflächen zusammenstoßen) sich in mehrere Ecken auflösen und dadurch zu neuen kleinen Kanten Anlaß geben; aber dieser Zustand wird dann eine Zeitlang unverändert fortbestehen, indem nur die einzelnen Elemente gegeneinander gewisse Parallelverschiebungen mit konstanten Geschwindigkeiten erfahren. — In dem besondern, uns interessierenden Falle, der durch die Voraussetzung des Verschiebungssatzes gekennzeichnet ist, geht die Bewegung der Geraden g_i in der Ebene E_1 so vor sich, daß man die Bewegung *der Geraden 1. Art* ersetzen kann durch eine allen *diesen* Geraden gemeinsame gleichförmige Translation.

3. Bleiben wir zunächst noch beim allgemeinen Fall. Wir haben in einer Ebene mit den rechtwinkligen Koordinaten xy ein System von Geraden g_k, deren jede sich mit konstanter Geschwindigkeit senkrecht zu ihrer eigenen Richtung bewegt während der Zeit $0 \leqq \varepsilon \leqq \varepsilon_0$. Während dieser Zeit, außer im Augenblick $\varepsilon = 0$, nehmen sie alle an der Begrenzung des von ihnen umschlossenen konvexen Polygons $\mathfrak{P}$ mit einer Strecke teil. Die im Momente 0 von der Begrenzung ausscheidenden heißen die Geraden 2. Art. Es seien α_k, β_k die Richtungskosinusse der ins Äußere des Polygons gerichteten Normale von g_k, H_k der (in bekannter Weise mit einem Vorzeichen versehene) Abstand vom Koordinaten-Nullpunkt, so daß die Gleichung von g_k lautet:

$$\alpha_k x + \beta_k y = H_k ,$$

und alle Punkte des Polygons den Ungleichheiten

$$\alpha_k x + \beta_k y \leqq H_k$$

genügen. Dann hängt H_k linear von ε ab:

$$H_k = H_k^0 + \varepsilon W_k ,$$

und es sind also $\alpha_k, \beta_k, H_k^0, W_k$ von ε unabhängig.

Wir fassen eine Gerade g_k im Momente ε (> 0 und $\leq \varepsilon_0$) ins Auge und die beiden auf ihr gelegenen Eckpunkte $\mathfrak{p}_{kl}$ ($l = 1, 2$) von $\mathfrak{P}$. Die Senkrechte h_k vom Nullpunkt O auf g_k und g_k selber stellen wir uns als zwei Stangen vor, von denen h_k fest ist, während g_k auf h_k gesteckt ist und sich in der bekannten Weise in Richtung der »Führung« h_k bewegt. $\mathfrak{p}_{k1}$, $\mathfrak{p}_{k2}$ sind zwei kleine Kügelchen, die auf g_k sitzen und auf ihr je mit konstanter Geschwindigkeit entlanggleiten. Indem wir auf g_k den Fußpunkt von h_k als Nullpunkt benutzen und denjenigen Richtungssinn zum positiven nehmen, der von $\mathfrak{p}_{kl}$ aus ins Äußere des Polygons führt, sei

$$H_{kl} = H^0_{kl} + \varepsilon W_{kl}$$

die Abszisse von $\mathfrak{p}_{kl}$. Das mit dem Richtungssinn der äußeren Normalen versehene Lot h_k und die mit dem eben gekennzeichneten Richtungssinn versehene Gerade g_k nennen wir das rechtwinklige Achsenkreuz (kl) [so daß $(k1)$, $(k2)$ Spiegelbilder voneinander sind]. Denken wir uns dasselbe im Nullpunkt angebracht, so sind mit Bezug auf dieses Achsenkreuz die Koordinaten von $\mathfrak{p}_{kl}$ gleich H_k, H_{kl}.

$$L_k = H_{k1} + H_{k2}$$

ist die (positive) Länge der auf g_k liegenden Polygonseite: für die Geraden 2. Art ist

$$L^0_k = H^0_{k1} + H^0_{k2} = 0.$$

$$\sum_k H_k L_k = \sum_{kl} H_k H_{kl}$$

ist der doppelte Flächeninhalt $2F$ von $\mathfrak{P}$:

$$2F = 2F^{\varepsilon} = \sum_{kl} H^0_k H^0_{kl} + \varepsilon \left(\sum_{kl} H^0_k W_{kl} + \sum_{kl} W_k H^0_{kl} \right) + \varepsilon^2 \sum_{kl} W_k W_{kl},$$

wofür wir auch in leichtverständlicher Abkürzung schreiben:

$$(1) \quad 2F = (HH) = (H^0 H^0) + \varepsilon \{ (H^0 W) + (W H^0) \} + \varepsilon^2 (WW).$$

Dies ist Minkowskis Formel für den Flächeninhalt[1]; nur ist zu beachten, daß bei uns wohl H^0, nicht aber W die »Stützgeradenfunktion« eines konvexen Polygons ist.

Wir erschließen auf dem von Minkowski angegebenen Wege[1] das *Symmetriegesetz*

$$(2) \qquad (H^0 W) = (W H^0)$$

aus dem Umstand, daß jede Ecke von $\mathfrak{P}$ zwei Polygonseiten gleichzeitig angehört, wie folgt. Der besagte Umstand bedeutet offenbar.

[1] Theorie der konvexen Körper, Ges. Abhandlungen Bd. II, Nr. XXV, § 19—21 (S. 182—197).

daß zu jedem Indexsystem kl ein anderes $k'l'$ (mit $k' \neq k$) gehört derart, daß $\mathfrak{p}_{kl} = \mathfrak{p}_{k'l'}$ ist. Das Verhältnis von kl und $k'l'$ ist ein gegenseitiges; die Achsenkreuze (kl) und $(k'l')$ sind nicht kongruent, sondern spiegelbildlich gleich. Führen wir zu jedem der Eckpunkte $\mathfrak{p}$ den von ε unabhängigen Geschwindigkeitsvektor $\mathfrak{q}$ durch die Gleichung

$$\overrightarrow{\mathfrak{p}^0\mathfrak{p}} = \varepsilon\mathfrak{q}$$

ein — $\mathfrak{q}_{kl}$ hat dann im Koordinatensystem (kl) die Komponenten W_k, W_{kl} —, so zerlegt sich die Gleichung $\mathfrak{p}_{kl} = \mathfrak{p}_{k'l'}$ in die beiden:

$$\mathfrak{p}^0_{kl} = \mathfrak{p}^0_{k'l'}, \qquad \mathfrak{q}_{kl} = \mathfrak{q}_{k'l'}.$$

Indem wir den Flächeninhalt des von den Vektoren $\overrightarrow{O,\mathfrak{p}^0_{kl}}$ und $\mathfrak{q}_{kl}$ gebildeten Dreiecks sowohl im Koordinatensystem (kl) wie im Koordinatensystem $(k'l')$ bestimmen, erhalten wir die Gleichung

$$H^0_k W_{kl} - W_k H^0_{kl} = -(H^0_{k'} W_{k'l'} - W_{k'} H^0_{k'l'})$$

oder

$$H^0_k W_{kl} + H^0_{k'} W_{k'l'} = W_k H^0_{kl} + W_{k'} H^0_{k'l'}.$$

Daraus folgt (2) unmittelbar.

Da der Flächeninhalt von $\mathfrak{P}^0$ unabhängig ist von der Wahl des Nullpunktes, muß

$$\sum_k \alpha_k L^0_k = 0, \qquad \sum_k \beta_k L^0_k = 0$$

sein. Liegt nun der uns besonders interessierende Fall vor, daß die Bewegung der Geraden 1. Art durch eine allen gemeinsame gleichförmige Translation (a, b) ersetzt werden kann, gilt also *für alle Geraden 1. Art*

$$W_k = a\alpha_k + b\beta_k,$$

so wird bei Summation über *alle* Indizes k

$$\sum_k W_k L^0_k = 0,$$

da für die Geraden 2. Art $L^0_k = 0$ ist; d. h. $(WH^0) = 0$ und zufolge des Symmetriegesetzes auch

$$(H^0 W) = 0. \tag{3}$$

Die Formel (1) reduziert sich auf

$$2F = (H^0 H^0) + \varepsilon^2 (W\dot{W}).$$

Es entsteht jetzt aber $\mathfrak{P}$ aus $\mathfrak{P}^0$ dadurch, daß $\mathfrak{P}^0$ der Parallelverschiebung mit den Komponenten $\varepsilon a, \varepsilon b$ unterworfen wird und dann mittels der Geraden g'_k von 2. Art gewisse Ecken des verschobenen

Polygons $\mathfrak{P}^0$ abgestumpft werden. Auf jeden Fall ist der Inhalt von $\mathfrak{P}^\varepsilon$ kleiner als der von $\mathfrak{P}^0$:

$$(4) \qquad (W W) \leqq 0,$$

und es gilt hier das Gleichheitszeichen nur dann, wenn Gerade 2. Art überhaupt nicht auftreten, d. h. wenn die Bewegung des *ganzen* Geradensystems und somit auch die Veränderung des Polygons $\mathfrak{P}$ durch eine gemeinsame gleichförmige Translation erzeugt werden kann.

4. Nunmehr gehen wir dazu über, das Polyeder Π zu betrachten — in einem Augenblick ε, der dem Zeitintervall $0 < \varepsilon \leqq \varepsilon_0$ angehört. Jede Ebene E_i bewegt sich in Richtung der äußeren Polyedernormale $\mathfrak{n}_i$ mit konstanter (vielleicht negativer) Geschwindigkeit; in der Ebene E_i jede an der Begrenzung des in ihr liegenden Polygons $\mathfrak{P}_i$ teilhabende Gerade g_{ik} in Richtung der (in E_i gelegenen) äußeren Polygonnormale $\mathfrak{n}_{ik}$; endlich jeder der beiden auf g_{ik} gelegenen Eckpunkte $\mathfrak{p}_{ikl}$ in Richtung des auf g_{ik} gelegenen Einheitsvektors, der vom Punkte $\mathfrak{p}_{ikl}$ ins Äußere des Polyeders führt. Mit Bezug auf das im Nullpunkt angebrachte, von den Vektoren

$$\mathfrak{n}_i, \mathfrak{n}_{ik}, \mathfrak{n}_{ikl}$$

gebildete Koordinatensystem (ikl) haben alle Punkte von E_i die erste Koordinate

$$H_i = H_i^0 + \varepsilon W_i,$$

alle Punkte von g_{ik} außerdem die zweite Koordinate

$$H_{ik} = H_{ik}^0 + \varepsilon W_{ik},$$

der Punkt $\mathfrak{p}_{ikl}$ außerdem die dritte Koordinate

$$H_{ikl} = H_{ikl}^0 + \varepsilon W_{ikl}.$$

Die H^0 und W sind von ε unabhängig.

Jede Kante gehört zwei Seitenflächen an; d. h. zu jedem Indexsystem ikl gehört ein anderes $i^*k^*l^*$ (mit $i^* \neq i$) von der Art, daß

$$g_{ik} = g_{i^*k^*} \quad \text{und} \quad \mathfrak{p}_{ikl} = \mathfrak{p}_{i^*k^*l^*}$$

ist. Die beiden Koordinatensysteme (ikl), $(i^*k^*l^*)$ haben die dritte Achse (nämlich die Gerade $g = g_{ik}$, auch der Richtung nach) gemeinsam, aber in der Koordinatenebene $\mathfrak{E}$ senkrecht zu g sind die beiden Achsensysteme nicht kongruent, sondern spiegelbildlich gleich. Daraus folgt zunächst

$$H_{ikl}^0 = H_{i^*k^*l^*}^0, \qquad W_{ikl} = W_{i^*k^*l^*},$$

und durch Betrachtung der orthogonalen Projektion desjenigen Dreiecks, das von den Vektoren $\overrightarrow{O, \mathfrak{p}_{ikl}^0}$ und $\mathfrak{q}_{ikl}$

$$(\overrightarrow{\mathfrak{p}^0 \mathfrak{p}^\varepsilon} = \varepsilon \mathfrak{q})$$

gebildet wird, auf die Koordinatenebene $\mathfrak{E}$:

$$H_i^0 W_{ik} + H_{i^*}^0 W_{i^*k^*} = W_i H_{ik}^0 + W_{i^*} H_{i^*k^*}^0 .$$

Daraus ergeben sich offenbar folgende beiden Symmetriegesetze:

$$\sum_{ikl} H_i^0 W_{ik} H_{ikl}^0 = \sum_{ikl} W_i H_{ik}^0 H_{ikl}^0$$

oder abgekürzt:

$$(H^0 W H^0) = \sum_i H_i^0 (W H^0)_i = (W H^0 H^0) = \sum_i W_i (H^0 H^0)_i$$

und

$$(5) \quad (H^0 W W) = \sum_i H_i^0 (W W)_i = (W H^0 W) = \sum_i W_i (H^0 W)_i .$$

Sie zeigen, zusammen mit dem auf jede Seitenfläche anzuwendenden Symmetriegesetz (2):

$$(H^0 W)_i = (W H^0)_i ,$$

daß in der Entwicklung des sechsfachen Volumens von II:

$$(H H H) = \sum_i H_i (H H)_i = \sum_{ikl} H_i H_{ik} H_{ikl}$$

nach Potenzen von ε:

$$\begin{aligned} &(H^0 H^0 H^0) \\ &+ \varepsilon \{ (H^0 H^0 W) + (H^0 W H^0) + (W H^0 H^0) \} \\ &+ \varepsilon^2 \{ (H^0 W W) + (W H^0 W) + (W W H^0) \} \\ &+ \varepsilon^3 (W W W) \end{aligned}$$

die drei mit ε multiplizierten Glieder miteinander übereinstimmen und ebenso die drei mit ε^2 multiplizierten. Dies ist Minkowskis *Symmetriegesetz der gemischten Volumina*. Übrigens werden wir hier von der Bedeutung des Ausdrucks (HHH) als sechsfachen Volumens keinen Gebrauch machen und werden auch nur die eine der beiden Symmetriegleichungen nämlich (5) verwenden.

5. Der Beweis des Verschiebungssatzes gestaltet sich nun folgendermaßen. Da gemäß Voraussetzung mit Bezug auf die Veränderung jedes der Seitenpolygone der besondere, am Schluß von Absatz 3 besprochene Umstand zutrifft, haben wir gemäß (3), (4) für alle Seitenflächen:

$$(6) \qquad (H^0 W)_i = 0 , \qquad (W W)_i \leq 0 .$$

Die erste Beziehung ergibt zufolge (5):

$$(7) \qquad \sum_i H_i^0 (W W)_i = 0 .$$

Wählen wir den Nullpunkt im Innern des gegebenen Polyeders Π^0, so ist $H_i^0 > 0$, und (7) kann nur dann mit den unter (6) verzeichneten Ungleichheiten zusammen bestehen, wenn in allen diesen das Gleichheitszeichen gilt. Dann aber treten in keiner der Seitenebenen Gerade 2. Art auf; d. h. Π^ε stimmt hinsichtlich Zahl, Lage und gegenseitigen Zusammenhangs der Seitenflächen, Kanten und Ecken mit Π^0 überein, und jedes Seitenpolygon von Π^ε entsteht aus dem entsprechenden von Π^0 durch die betreffende Parallelverschiebung $\varepsilon\mathfrak{d}$. Deshalb müssen — damit die Verbindung der Seitenflächen in den Kanten nicht zerreißt — alle $\mathfrak{d}$ einander gleich sein; *q.e.d.*

Krumme Flächen[1].

6. Läßt sich eine Fläche in der Umgebung eines ihrer Punkte $\mathfrak{p}_0$ unter Benutzung eines geeigneten rechtwinkligen Koordinatensystems xyz, dessen Nullpunkt in $\mathfrak{p}_0$ liegt (und dessen z-Achse in die Flächennormale fallen wird) in der Form $z = f(xy)$ darstellen, wo f zweimal stetig differentiierbar ist und samt seinen beiden 1. Ableitungen für $x = 0$, $y = 0$ verschwindet, so wollen wir sagen, daß die Fläche an der Stelle $\mathfrak{p}_0$ *stetig gekrümmt* sei. Ihre *Krümmung* daselbst ist *positiv*, wenn die quadratischen Glieder, mit denen die Taylor-Reihe von f an der Stelle (0, 0) beginnt, eine definite Form bilden. Wir betrachten hier *eine solche konvexe Fläche, die überall stetig gekrümmt ist und deren Krümmung zudem positiv (nirgendwo = 0) ist.* Indem man z. B. die obigen Koordinaten xy als Parameter u, v verwendet, erhält man bei Rückgang auf ein festes (vom Punkte $\mathfrak{p}_0$ auf der Fläche unabhängiges) Koordinatensystem $x_1x_2x_3$ eine Darstellung der Fläche in der Umgebung des Punktes $\mathfrak{p}_0$ von der Gestalt

$$\mathfrak{r} = \mathfrak{r}(uv),$$

wobei $\mathfrak{r}$ (mit den Komponenten x_1, x_2, x_3) den vom Anfangspunkt O nach dem variablen Flächenpunkt $\mathfrak{p}$ gehenden Vektor bedeutet, die rechts auftretende Funktion aber zweimal stetig differentiierbar ist und der Regularitätsbedingung

$$\left[\frac{\partial \mathfrak{r}}{\partial u}, \frac{\partial \mathfrak{r}}{\partial v}\right] \neq 0$$

genügt. Die partiellen Differentialquotienten bezeichne ich fortan in bekannter Weise durch Indizes, z. B.

$$\frac{\partial \mathfrak{r}}{\partial u} = \mathfrak{r}_u, \quad \frac{\partial \mathfrak{r}}{\partial v} = \mathfrak{r}_v.$$

[1] Formeln, die im »Polyeder-Teil« dieser Note ihr Analogon haben, sind mit den gleichen Ziffern, aber in eckigen Klammern, gekennzeichnet worden.

Der in Richtung der äußeren Normale aufgetragene Einheitsvektor heiße $\mathfrak{n}$.

Das Problem der unendlich kleinen Verbiegung besteht darin, die infinitesimale Verschiebung $\dot{\mathfrak{r}}$ als Funktion des Orts auf der Fläche so zu bestimmen, daß

$$d\mathfrak{r} \cdot d\dot{\mathfrak{r}} = 0 \tag{8}$$

wird. *Auch die verbogene Fläche sei stetig gekrümmt*: dies bringen wir durch die Forderung zum Ausdruck, daß $\dot{\mathfrak{r}}$, in der Umgebung des beliebigen Punktes $\mathfrak{p}_0$ als Funktion der obigen Parameter uv dargestellt, zweimal stetig differentiierbar wird. *Es soll gezeigt werden, daß* (8) *unter dieser Annahme keine anderen Lösungen hat als*

$$\dot{\mathfrak{r}} = \mathfrak{a}_0 + [\mathfrak{d}_0 \mathfrak{r}],$$

wo $\mathfrak{a}_0$ und $\mathfrak{d}_0$ konstante Vektoren sind.

Die von den beiden Vektoren $\mathfrak{r}_u, \mathfrak{r}_v$ gebildete Figur erfährt bei der infinitesimalen Verbiegung lediglich eine Drehung; bezeichnen wir den Drehvektor — eine einmal stetig differentiierbare Ortsfunktion auf der Fläche — mit $\mathfrak{d}$, so gilt in der Umgebung von $\mathfrak{p}_0$

$$\dot{\mathfrak{r}}_u = [\mathfrak{d}, \mathfrak{r}_u], \qquad \dot{\mathfrak{r}}_v = [\mathfrak{d}, \mathfrak{r}_v]. \tag{9}$$

Daraus ergibt sich die *Integrabilitätsbedingung*

$$[\mathfrak{d}_v, \mathfrak{r}_u] = [\mathfrak{d}_u, \mathfrak{r}_v]. \tag{10}$$

Der Vektor (10) ist gemäß dem Ausdruck auf der linken Seite senkrecht zu $\mathfrak{r}_u$, gemäß dem Ausdruck rechter Hand senkrecht zu $\mathfrak{r}_v$, hat also die Richtung der Normalen $\mathfrak{n}$. Daraus aber folgt unter Benutzung des Ausdrucks links, daß $\mathfrak{d}_v$, unter Benutzung des Ausdrucks rechts, daß $\mathfrak{d}_u$ senkrecht zu $\mathfrak{n}$ ist; mithin

$$(\mathfrak{d}_u \mathfrak{n}) = 0, \qquad (\mathfrak{d}_v \mathfrak{n}) = 0 \tag{S}$$

oder

$$(\mathfrak{n} \cdot d\mathfrak{d}) = 0.$$

Führen wir die Normalkomponente $(\mathfrak{d}\mathfrak{n}) = W$ von $\mathfrak{d}$ ein, so können wir statt dessen auch schreiben

$$(\mathfrak{d} \cdot d\mathfrak{n}) = dW. \tag{11}$$

7. Die Komponenten der Normalen $\mathfrak{n}$ mögen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ heißen:

$$\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 = H$$

sei die Gleichung der Tangentenebene. Die Ortsfunktion H nennt man nach Minkowski die *Stützebenenfunktion* der konvexen Fläche. $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ sind zugleich die Koordinaten eines Punktes auf der Einheitskugel, wodurch die Fläche auf die Einheitskugel abgebildet erscheint (Gauss-

sche Abbildung). Für unsere konvexe Fläche ist diese Abbildung insbesondere *umkehrbar-eindeutig*, stetig differentiierbar und hat ein überall von 0 verschiedenes »flächenhaftes Vergrößerungsverhältnis« (das gleich der Gaussschen Krümmung ist). Wir denken uns H als eine Funktion des Bildpunktes (α) auf der Einheitskugel (oder mit andern Worten: der Normalenrichtung der gegebenen Fläche) und dehnen die Definition von H auf alle Argumentwerte α aus durch die Forderung, daß H homogen der 1. Ordnung sein soll:

$$H(\tau\alpha_1, \tau\alpha_2, \tau\alpha_3) = \tau \cdot H(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$$

für jeden *positiven* Proportionalitätsfaktor τ. In derselben Weise wollen wir auch W als Funktion der α betrachten. Die Ableitungen von H — sie existieren und sind stetige homogene Funktionen der Ordnung 0, haben also auf jedem Strahl vom Nullpunkt einen konstanten Wert — bezeichne ich mit

$$H_i = \frac{\partial H}{\partial \alpha_i} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Entsprechend für W. Dann ergibt die Gleichung (11), daß die Komponenten von $\mathfrak{d}$, wenn wir sie als homogene Funktionen 0ter Ordnung der α betrachten, die Koeffizienten des totalen Differentials dW sind, d. h.

$$\mathfrak{d} = (W_1, W_2, W_3).$$

Aus

$$(\mathfrak{x} \cdot \mathfrak{n}) = H, \qquad (\mathfrak{n} \cdot d\mathfrak{x}) = 0$$

folgt ebenso

$$\mathfrak{x} \cdot d\mathfrak{n} = H, \qquad \mathfrak{x} = (H_1, H_2, H_3).$$

Daraus geht hervor, daß sowohl H wie W zweimal stetig differentiierbar ist; die zweiten Ableitungen bezeichne ich mit

$$H_{ik} = \frac{\partial^2 H}{\partial \alpha_i \partial \alpha_k}, \text{ bzw. } W_{ik}.$$

Betrachten wir eine beliebige, zweimal stetig differentiierbare Funktion H von $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, die homogen erster Ordnung ist. Wir haben die Eulerschen Relationen

$$\sum_{i=1}^{3} H_i\alpha_i = H, \qquad \sum_{k=1}^{3} H_{ik}\alpha_k = 0 \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Aus den letzten folgt offenbar, daß die zum Element H_{ik} adjungierte Unterdeterminante der Matrix $\| H_{ik} \|$ gleich $\alpha_i\alpha_k \cdot \mathrm{H}$ ist, wo H von den Indizes ik nicht abhängt. Die Funktion H, für welche ich das Symbol (HH) verwende, kann man als die *Diskriminante des Differentials 2. Ordnung*

$$d^2H = \sum_{ik} H_{ik} d\alpha_i d\alpha_k$$

bezeichnen. Sie ist homogen von der Ordnung -4 und unabhängig davon, ein wie orientiertes rechtwinkliges Koordinatensystem (α_i) zu ihrer Berechnung benutzt wird. Sie trägt quadratischen Charakter: dieser prägt sich darin aus, daß, wenn W eine Funktion von derselben Art wie H ist und λ, μ zwei Konstante, die Diskriminante

$$(\lambda H + \mu W, \lambda H + \mu W)$$

eine quadratische Form der Parameter λ, μ ist

$$= \lambda^2 (H, H) + 2\lambda\mu (H, W) + \mu^2 (W, W).$$

Dabei genügt die »gemischte Diskriminante« (H, W) natürlich dem Symmetriegesetz

$$[2] \qquad (H, W) = (W, H).$$

In unserm Falle hat (HH), für Punkte (α) auf der Einheitskugel berechnet, eine einfache Bedeutung: es ist die reziproke Gausssche Krümmung der konvexen Fläche im entsprechenden Flächenpunkte und daher > 0. Betrachten wir die Umgebung desjenigen Punktes $\mathfrak{p}_0$ auf der Fläche, dessen Normale $(0, 0, 1)$ ist und projizieren sie orthogonal auf die Tangentenebene in diesem Punkte; dazu das sphärische Abbild, eine gewisse Umgebung des »Nordpols« $(0, 0, 1)$ der Einheitskugel, die wir vom Nullpunkt aus durch Zentralprojektion auf die Ebene $\alpha_3 = 1$ übertragen. Dadurch erhalten wir eine Abbildung der beiden erwähnten Ebenen aufeinander, welche durch die Formeln

$$x_1 = H_1(\alpha_1, \alpha_2, 1), \qquad x_2 = H_2(\alpha_1, \alpha_2, 1)$$

gegeben ist. Das Vergrößerungsverhältnis dieser Abbildung ist

$$\left(\frac{\partial H_1}{\partial \alpha_1} \cdot \frac{\partial H_2}{\partial \alpha_2} - \frac{\partial H_1}{\partial \alpha_2} \cdot \frac{\partial H_2}{\partial \alpha_1}\right)_{\alpha_3 = 1} = (H_{11} H_{22} - H_{12}^2)_{\alpha_3 = 1} = (H, H)_{\alpha_3 = 1};$$

insbesondere an der Stelle $(0, 0, 1)$ gleich dem Werte von (HH) daselbst. Infolgedessen gilt für das Verhältnis eines unendlich kleinen $\mathfrak{p}_0$ enthaltenden Flächenelements do und seines sphärischen Bildes $d\omega$ die Formel

$$[1] \qquad do = (H, H)\, d\omega.$$

Da jeder Punkt der Einheitskugel durch geeignete Wahl des Koordinatensystems zum »Nordpol« gemacht werden kann, gilt diese Beziehung überall und beweist unsere Behauptung. Zugleich läßt sie erkennen, daß $\left(\text{bis auf den Faktor } \frac{1}{2}\right)$ unser jetziger Ausdruck (HH)

das Analogon zu dem in der Polyedertheorie ebenso bezeichneten ist. Das dreifache Volumen des von der Fläche umschlossenen konvexen Körpers (in dessen Innern wir den Koordinatennullpunkt annehmen) ist

$$\int H\,do = \int H(H, H)\,d\omega,$$

wobei das letzte Integral über die ganze Einheitskugel zu erstrecken ist.

Für die Umgebung der Stelle ($\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, $\alpha_3 = 1$) benutzen wir die Darstellung von $\mathfrak{x}$ und $\mathfrak{d}$ durch H und W, in welcher wir $\alpha_3 = 1$ nehmen können, und benutzen ferner α_1, α_2 an Stelle der Parameter uv. Dann[1] liefert die dritte Komponente der Gleichung (10)

$$H_{11}W_{22} - H_{21}W_{12} = H_{12}W_{21} - H_{22}W_{11}, \quad \text{d. i.}$$

$$[3] \qquad (H, W) = 0.$$

Die andern beiden ergeben nichts Neues. Zwei der drei in der Vektorgleichung (10) enthaltenen Integrabilitätsbedingungen waren bereits durch (11) ausgenutzt, und [3] ist nun die dritte. W ist Weingartens »charakteristische Funktion«, [3] die Weingartensche Differentialgleichung. Unser Gedankengang stimmt im wesentlichen mit dem Blaschkes überein[2] und läßt die Beziehung zur Minkowskischen Theorie sogleich zutage treten.

Jetzt gilt es zu zeigen, daß die einzigen Lösungen der Weingartenschen Gleichung die homogenen linearen Funktionen von α_1, α_2, α_3 sind. In der Tat, ist dies richtig, so folgt, daß W_1, W_2, W_3, also der Drehvektor $\mathfrak{d}$ konstant ist $= \mathfrak{d}_0$; die Gleichungen (9) ergeben dann, daß $\dot{\mathfrak{x}} - [\mathfrak{d}_0, \mathfrak{x}]$ auf der ganzen Fläche konstant ist.

8. Die Ungleichheit $(H, H) > 0$ bedeutet, daß die für einen festen Punkt (α) gebildete quadratische Form der Variablen ξ: $\sum_{ik} H_{ik}\xi_i\xi_k$ in dem Sinne definit ist, daß sie für alle vom Nullpunkt verschiedenen Punkte (ξ) der Ebene $\sum_i \alpha_i\xi_i = 0$ Werte einerlei Vorzeichens annimmt. (Auf jeder Geraden senkrecht zu dieser Ebene ist sie konstant.) So, wie wir die Normalenrichtung gewählt haben, ist die Form *positiv*-definit. Wir bestimmen in jener Ebene das Maximum und Minimum λ von

---

[1] In der Tat ist (10) offenbar invariant gegenüber einer beliebigen stetig differentiierbaren Transformation der Parameter uv. Es ist nicht gut, *von vornherein* an Stelle der uv die Parameter α_1, α_2 zu benutzen, da in diesen $\mathfrak{x}$ und $\mathfrak{d}$ nicht zweimal stetig differentiierbar zu sein brauchen.

[2] Ein Beweis für die Unverbiegbarkeit geschlossener konvexer Flächen, Nachrichten d. Kgl. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen, Sitzung vom 18. Mai 1912.

$$\sum_{ik} W_{ik}\xi_i\xi_k \text{ unter der Nebenbedingung } \sum_{ik} H_{ik}\xi_i\xi_k = 1$$

was offenbar auf die Hauptachsentransformation einer Ellipse hinauskommt. Man kann wieder speziell $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, $\alpha_3 = 1$ nehmen, hat dann $\xi_3 = 0$ und erhält auf die einfachste Weise für λ die quadratische Gleichung

$$\lambda^2(HH) - 2\lambda(HW) + (WW) = 0. \tag{12}$$

Die beiden Wurzeln dieser Gleichung sind der kleinste und größte Wert des Quotienten

$$\sum_{ik} W_{ik}\xi_i\xi_k : \sum_{ik} H_{ik}\xi_i\xi_k$$

bei freier Veränderlichkeit der ξ. Da jene quadratische Gleichung reelle Wurzeln haben muß, ist

$$(H, W)^2 \geqq (H, H)\cdot(W, W).$$

Diese Ungleichheit[1] gilt allgemein für jede homogene Funktion W der 1. Ordnung. Da in unserm Falle aber [3] besteht, ergibt sich

$$(W, W) \leqq 0. \tag{[4]}$$

Findet hier insbesondere überall das Gleichheitszeichen statt, so folgt daraus in Verbindung mit [3], daß beide Wurzeln λ der Gleichung (12) Null sind, d. h. daß alle zweiten Ableitungen W_{ik} verschwinden und W somit eine lineare Funktion — genauer, da es homogen ist: eine homogene lineare Funktion von α_1, α_2, α_3 ist.

9. Um zu erkennen, daß dieser spezielle Umstand tatsächlich eintritt, haben wir uns wieder auf Minkowskis *Symmetriegleichung der gemischten Volumina*

$$\int (H, W)\, V d\omega = \int (H, V)\, W d\omega \tag{13}$$

zu stützen, in der die Integration sich über die Einheitskugel erstreckt und H, V, W irgend drei Funktionen von der hier immer vorausgesetzten Beschaffenheit sind. Sie besagt, daß (H, W) bei gegebenem H *ein sich selbst adjungierter linearer Differentialausdruck in der willkürlichen Funktion W ist*[2]. Man beweist (13) am einfachsten so: Man um-

---

[1] Ihr entspricht im Polyederfall (in dem wir sie freilich nicht heranzuziehen brauchten) die Brunn-Minkowskische *Ungleichheit für den gemischten Flächeninhalt konvexer Polygone*, von der Hr. Frobenius (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss., 1915, S. 387—404) den durchsichtigsten Beweis gegeben hat.

[2] Vgl. Hilbert, Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen, Satz 49, S. 245.

schreibe der Einheitskugel einen den Koordinatenachsen parallel orientierten Würfel und projiziere ihn vom Nullpunkt zentral auf die Kugel. Dadurch erhält man eine Einteilung ihrer Oberfläche in sechs Gebiete, in deren jedem eine bestimmte der drei Größen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ von 0 verschieden bleibt. Betrachten wir z. B. die obere Seitenfläche $\alpha_3 = 1$. Das über deren Projektion erstreckte Integral auf der linken Seite von (13) lautet

$$\frac{1}{2}\iint V\{(H_{11}W_{22}-H_{12}W_{21})+(H_{22}W_{11}-H_{21}W_{12})\}\,d\alpha_1 d\alpha_2\,,$$

wobei im Integranden $\alpha_3 = 1$ zu nehmen ist und die Integration sich über das Quadrat $|\alpha_1| \leqq 1$, $|\alpha_2| \leqq 1$ erstreckt. Durch partielle, die zweiten Differentiationen an W beseitigende Integration verwandelt sich dies in

$$(14) \qquad -\frac{1}{2}\iint\{H_{11}V_2W_2-H_{12}(V_1W_2+V_2W_1)+H_{22}V_1W_1\}\,d\alpha_1 d\alpha_2$$

plus einem Randintegral. Dabei müßte man freilich die 3. Differentialquotienten von H benutzen; aber man kann die damit verbundene Voraussetzung der dreimaligen Differentiierbarkeit leicht vermeiden, indem man das Integral zunächst durch die Summe der Werte des Integranden in den Ecken eines feinen Quadratnetzes, im Integranden dabei aber noch die zweiten Differentiationen an H und W jeweils durch die entsprechende Differenz ersetzt und dann eine analoge Umformung durch partielle Summation vornimmt (dabei ist es sehr bequem, daß der Integrationsbereich selber quadratisch begrenzt ist). Setzt man den in (14) auftretenden Integranden

$$= \alpha_3^2[V, W]_H,$$

so ist (14) selbst

$$= -\frac{1}{2}\int [V, W]_H d\omega\,.$$

Es wird also $[V, W]_H$ bei zyklischer Vertauschung der Koordinatenindizes sich nicht ändern; und wenn man entsprechend für die fünf andern Würfelflächen verfährt, so wird überall der nämliche Ausdruck in Erscheinung treten. Addiert man die erhaltenen sechs Gleichungen, so *zerstören sich die Randintegrale*, und wir finden

$$\int (H, W)\,V d\omega = -\frac{1}{2}\int [V, W]_H d\omega$$

bei Integration über die ganze Kugel. Daraus geht die Symmetrie hervor. Durch den Umstand, daß die Randintegrale sich zerstören, nutzen wir die *Geschlossenheit* der gegebenen Fläche aus.

Wir verwenden den speziellen Fall von (13), der entsteht, wenn wir die Rolle von H und W vertauschen und V mit W identifizieren:

[5] $$\int (H, W)\, W d\omega = \int (W, W)\, H d\omega\,.$$

Die letzten Schlüsse verlaufen wie im ersten Teil: Aus [3] und [5] folgt

[7] $$\int H(W, W)\, d\omega = 0\,;$$

eine Gleichung, die mit $H > 0$ und [4] nur dann zusammen bestehen kann, wenn durchweg $(W, W) = 0$ ist. Das Weitere haben wir bereits vorweggenommen.

Ausgegeben am 29. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

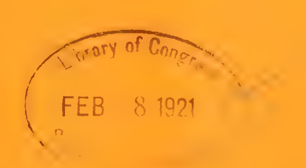
1917 XVII. XVIII. XIX

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

29. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. de Groot sprach über die älteste Geschichte des Hunnischen Reichs.

Er entwickelte einige Hauptpunkte derselben und besprach die erste große Ausdehnung des Hunnischen Reichs nach Westen im 2. Jahrhundert v. Chr., wodurch die Kirgisen und Uiguren mit einem Teil Sibiriens unterworfen wurden. In den letzten Jahrzehnten der vorchristlichen Zeit erfolgte eine zweite westliche Ausdehnung, wodurch das Hunnische Gebiet bis an die Grenzen Europas und bis zum Kaspischen Meere reichte.

2. Hr. Eduard Meyer legte einen Aufsatz von Hrn. Prof. Dr. Bruno Meissner in Breslau vor: Der Staatsvertrag Ramses' II. von Ägypten und Ḫattušils von Ḫatti in akkadischer Fassung. (Ersch. später.)

Der durch eine ägyptische Inschrift seit langem bekannte Vertrag der beiden Könige hat sich jetzt auf einer mehrfach lückenhaften Tontafel aus Boghazköi auch in keilschriftlicher Fassung gefunden. Der ägyptische Text ermöglicht, den keilschriftlichen, babylonisch-akkadischen, durchweg zu ergänzen. Beide Texte stimmen fast überall wörtlich überein; es ist der erste Fall, daß uns jetzt derselbe Text sowohl in hieroglyphischem wie in keilschriftlichem Gewande vorliegt.

3. Das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Warburg begeht am 30. März das fünfzigjährige Doktorjubiläum; aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, die weiter unten abgedruckt ist.

4. Hr. Eduard Meyer überreichte im Auftrag der Deutschen Orient-Gesellschaft Heft 1—3 von deren 28. Wissenschaftlichen Veröffentlichung: Keilschrifttexte aus Assur religiösen Inhalts von E. Ebeling (Leipzig 1915—17); ferner sein eigenes Werk: Der Amerikanische Kongreß und der Weltkrieg (Berlin 1917).

5. Die physikalisch-mathematische Klasse hat Hrn. Prof. Dr. Karl Ruge in Berlin zur Herausgabe eines Atlas zur Anatomie, pathologischen

Anatomie und mikroskopischen Diagnostik der weiblichen Genitalorgane 3500 Mark und Hrn. Prof. Dr. Paul Schiefferdecker in Bonn zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Verhalten von Muskeln und Haut bei Menschen und Tieren 1000 Mark bewilligt.

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hr. Franz Brentano ist am 17. März in Zürich verstorben.

Adresse an Hrn. Emil Warburg zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 30. März 1917.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Das schöne Fest, welches Sie heute feiern, gibt auch der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften willkommenen Anlaß, Ihnen die herzlichsten Glückwünsche auszusprechen.

Ein halbes Jahrhundert ist vergangen, seitdem Sie nach Abschluß Ihrer akademischen Studien als Schaffender in den Kreis der Berufsgenossen eingetreten sind; für Sie eine Zeit rastloser Arbeit, steten Vorwärtsstrebens und so schöner Erfolge, wie sie nur wenigen Auserlesenen beschieden sind.

Unter der Leitung des ausgezeichneten Experimentators Gustav Magnus haben Sie in dem Berliner Laboratorium die ersten wissenschaftlichen Anregungen empfangen. Dieser hervorragende Lehrer hat auch Ihnen, wie so manchem seiner Schüler, viel von seiner Eigenart mitgegeben, ohne indes die freie Entfaltung Ihrer eigenen wissenschaftlichen Persönlichkeit zu beeinträchtigen.

Wer die Gesamtheit Ihrer Arbeiten überblickt, muß zunächst deren ungewöhnliche Vielseitigkeit mit Bewunderung anerkennen. In seltener Vereinigung beherrschen Sie die Methoden der Theorie und des Experiments in gleich vollkommener Weise. Fast kein Gebiet der physikalischen Forschung, in welchem Sie nicht grundlegende Beobachtungen ausgeführt, wichtige Entdeckungen gemacht und eine Fülle von Anregung gegeben haben!

Aus der großen Zahl Ihrer schönen Untersuchungen sollen hier einige genannt werden, welche für die Eigenart Ihres Schaffens besonders kennzeichnend sind und für die Entwickelung der Physik größere Bedeutung erlangt haben.

In diese Reihe gehören bereits Ihre ersten, in dem Magnusschen Laboratorium ausgeführten akustischen Versuche, durch welche es Ihnen gelungen ist, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in weichen Körpern zu bestimmen, die Abhängigkeit der Schalldämpfung von der Wellenlänge zu beobachten und die Erwärmung tönender Körper nachzuweisen.

Eine andere Ihrer frühesten Arbeiten »Über die Zerstreuung der Elektrizität in Gasen« führte zu wichtigen Ergebnissen auf einem Gebiet, welches durch die neuere Entwickelung der Ionenlehre zu besonderer Bedeutung gelangt ist. An ältere Versuche Coulombs anknüpfend, haben Sie das elektrische Leitvermögen der Gase und seine Abhängigkeit vom Drucke beobachtet und die Tatsache festgestellt, daß, entgegen der allgemein verbreiteten Anschauung, die feuchte Luft die Elektrizität nicht besser leitet als trockene Luft.

Einen bedeutenden Beitrag zu unserer Kenntnis des molekularen Verhaltens der Gase liefern die ausgedehnten Untersuchungen, welche Sie in Gemeinschaft mit August Kundt über die innere Reibung und Wärmeleitung der Gase ausgeführt haben. Diese Arbeiten enthalten nicht nur eine einwandfreie Bestätigung der von Maxwell aus der kinetischen Gastheorie gezogenen überraschenden Schlüsse, sondern belehren uns auch über das Verhalten der Gase in solchen Fällen, in welchen die von Maxwell entwickelte Theorie nicht mehr anwendbar ist.

Auf dem gleichen Boden der Molekularkinetik ist bald darauf eine Arbeit von noch größerer Bedeutung entstanden, in welcher Ihnen, wiederum zusammen mit August Kundt, der physikalische Nachweis der Einatomigkeit des Quecksilberdampfes gelungen ist. Diese klassische Untersuchung »Über die spezifische Wärme des Quecksilbergases« ist in gleicher Weise durch die Schönheit der Methode, die Exaktheit der Messungen und die Wichtigkeit des Resultates ausgezeichnet.

Ein nicht geringerer Erfolg ist Ihnen einige Jahre später auf dem Gebiete des Magnetismus zuteil geworden. Ihre »Magnetischen Untersuchungen«, in welchen Sie die magnetischen Eigenschaften des Eisens in einer neuen Weise prüfen und graphisch darstellen, um daran den Nachweis zu knüpfen, daß die bei der Magnetisierung aufgewendete Arbeit gleich dem Flächeninhalt der heute als Hysteresisschleife bezeichneten Figur ist, gelten mit Recht als die Grundlage der modernen Magnetismuslehre. Sie haben durch die Elektrotechnik auch eine hervorragende praktische Bedeutung erlangt. Diese Arbeit allein würde ausreichen, Ihnen einen ehrenvollen Platz in der Reihe der erfolgreichsten Physiker zu sichern.

Auch auf dem Gebiet der Elektrolyse und galvanischen Polarisation haben Ihre Untersuchungen neue Wege gewiesen. Insbesondere darf an Ihre erfolgreiche Theorie der Polarisationskapazität erinnert werden.

In reichem Maße ist unsere Erkenntnis auf dem Gebiete der Strömung der Elektrizität in Gasen durch Ihre späteren Arbeiten gefördert worden. Ihnen gebührt das Verdienst, die Unabhängigkeit des normalen Kathodengefälles von dem Druck und der Stromstärke entdeckt und seine Abhängigkeit von dem Elektrodenmaterial und der

Gasfüllung des Entladungsrohres gemessen zu haben. Ihnen verdanken wir ferner unsere wesentlichsten Kenntnisse auf dem experimentell so schwierigen Gebiete der Spitzenentladung. Als das bedeutendste Ergebnis aber Ihrer Untersuchungen über Gasentladungen muß die Entdeckung und experimentelle Erforschung der sogenannten Funkenverzögerung bezeichnet werden. Diese Erscheinung bildet eine der wichtigsten Tatsachen, auf welche sich die moderne Theorie der Funkenentladung aufbaut.

Aus Ihren zahlreichen Arbeiten des letzten Jahrzehnts mögen zwei Gruppen besonders hervorgehoben werden. Die eine betrifft die photochemischen Vorgänge, die Sie im Anschluß an Ihre älteren Versuche über die Darstellung des Ozons durch stille Entladungen einer systematischen Untersuchung unterworfen haben. Eines der schönsten Ergebnisse dieser Arbeiten ist die überraschende Bestätigung der von Einstein auf Grund der Quantenhypothese entwickelten photochemischen Theorie.

Die zweite Gruppe umfaßt Ihre Strahlungsmessungen, als deren Ziel die möglichst genaue Bestimmung der Strahlungskonstanten zu bezeichnen ist. Durch stetige Verbesserung der Methoden und Vervollkommnung der Instrumente haben Sie eine bis dahin unerreichte Genauigkeit der Messungen und Sicherheit der Ergebnisse erzielt und somit auch auf diesem von Ihnen früher nur wenig beschrittenen Gebiete der Präzisionsphysik Ihre Meisterschaft bewiesen.

Bei der Würdigung Ihrer wissenschaftlichen Werke darf neben Ihren Forschungsarbeiten Ihr vortreffliches Lehrbuch der Experimentalphysik nicht unerwähnt bleiben, welches in seiner Präzision und sachlichen Kürze bei reichem Gedankeninhalt als ein Abbild Ihrer wissenschaftlichen Persönlichkeit bezeichnet werden könnte.

So haben Sie, hochverehrter Herr Kollege, auf allen Gebieten, welche Ihr Fuß betreten hat, die Spuren Ihrer segensreichen Tätigkeit hinterlassen und überall Klarheit und Licht verbreitet. Das Bewußtsein dieser erfolgreichen Arbeit darf Sie am heutigen Tage mit berechtigtem Stolze erfüllen. Uns aber gereicht es zur besonderen Freude, daß Sie dieses schöne Fest in vollkommenster geistiger und körperlicher Frische begehen, welche noch viele kostbaren Früchte Ihrer wissenschaftlichen Arbeit erwarten läßt. Daß Ihnen diese jugendliche Frische und Beweglichkeit des Geistes, diese Schaffensfreude und Schaffenskraft noch recht lange erhalten bleibe, zu Ihrer eigenen Befriedigung und zum Segen der Wissenschaft, ist unser herzlichster Wunsch.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 19. April.



SITZUNGSBERICHTE 1917.
XVIII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Frobenius las Über zerlegbare Determinanten.

Eine Determinante, deren Elemente unabhängige Variable oder Null sind, kann nur dann in Faktoren zerfallen, wenn alle Elemente verschwinden, die p Zeilen mit $n-p$ Spalten gemeinsam haben.

Über zerlegbare Determinanten.

Von G. Frobenius.

Am Schluß meiner Arbeit *Über Matrizen aus nicht negativen Elementen*, Sitzungsberichte 1912, habe ich den Satz bewiesen:

I. *Die Elemente einer Determinante $n$ten Grades seien n^2 unabhängige Veränderliche. Man setze einige derselben Null, doch so, daß die Determinante nicht identisch verschwindet. Dann bleibt sie eine irreduzible Funktion, außer wenn für einen Wert $p < n$ alle Elemente verschwinden, die p Zeilen mit $n-p$ Spalten gemeinsam haben.*

Der Beweis, den ich dort für diesen Satz gegeben habe, ist ein Gelegenheitsergebnis, das aus verborgenen Eigenschaften der Determinanten mit nicht negativen Elementen fließt. Der elementare Beweis, den ich hier für den Satz entwickeln werde, ergibt sich aus dem Hilfssatze:

II. *Wenn in einer Determinante $n$ten Grades alle Elemente verschwinden, welche p ($\leqq n$) Zeilen mit $n-p+1$ Spalten gemeinsam haben, so verschwinden alle* Glieder *der entwickelten Determinante.*

Wenn alle Glieder einer Determinante $n$ten Grades verschwinden, so verschwinden alle Elemente, welche p Zeilen mit $n-p+1$ Spalten gemeinsam haben für $p = 1$ oder $2, \cdots$ oder n.

§ 1.

Wenn in einer Matrix $n$ten Grades M alle Elemente $x_{\alpha\beta}$ einer Reihe verschwinden, so verschwindet jedes Glied der Determinante $|M|$, weil jedes ein Element dieser Reihe als Faktor enthält. Da die obigen Sätze von der Reihenfolge der Zeilen und Spalten unabhängig sind, so betrachte ich hier Matrizen, die sich nur durch diese Reihenfolge unterscheiden, als äquivalent. In der Matrix M trenne ich die ersten p Zeilen von den letzten $n-p$ und die ersten p Spalten von den letzten $n-p$ und setze

$$(1.) \qquad M = \begin{matrix} A & B \\ C & D \end{matrix} = \begin{matrix} A_{p,p} & B_{p,n-p} \\ C_{n-p,p} & D_{n-p,n-p} \end{matrix}.$$

Hier bezeichnet $A = A_{p,p}$ die Teilmatrix von M, die aus den Elementen der ersten p Zeilen und Spalten besteht, $B = B_{p,n-p}$ die Teilmatrix, die aus den Elementen der ersten p Zeilen und der letzten $n-p$ Spalten besteht usw. Ist nun $B = 0$, so ist jedes Glied von $|M|$, das etwa nicht verschwindet, das Produkt aus einem Gliede a von A und einem Gliede d von D. Wenn also in A noch die Elemente der letzten Spalte verschwinden, so ist stets $a = 0$ und also auch jedes Glied ad von $|M|$ Null.

Dies Ergebnis läßt sich umkehren. Der zweite Teil des Satzes II ist richtig (für $p = 1$), wenn alle Elemente einer Zeile verschwinden. Wenn aber x_{n1} von Null verschieden ist, so verschwinden alle Glieder von $|M|$, die den Faktor x_{n1} enthalten, also alle Glieder der zu x_{n1} komplementären Unterdeterminante $(n-1)$ten Grades, deren Matrix N sei.

Nun nehme ich an, die Behauptung sei für Determinanten, deren Grad $< n$ ist, schon bewiesen (für Determinanten zweiten Grades müssen die Elemente einer Reihe verschwinden). Dann verschwinden in N alle Elemente, welche etwa die ersten p Zeilen mit den letzten $n-1-p+1$ Spalten gemeinsam haben; es ist also $B = 0$. Daher ist jedes Glied von M das Produkt aus einem Gliede a von $|A|$ und einem Gliede d von $|D|$. Wenn nun diese Produkte $ad, ad', \cdots, a'd, a'd', \cdots$ alle Null sind, so müssen entweder die Größen $a, a', \cdots$ oder die Größen $d, d', \cdots$ sämtlich verschwinden. Im ersten Falle verschwinden alle Glieder der Determinante $|A|$. Da deren Grad $p < n$ ist, so ist für sie die Behauptung schon bewiesen, es ist also

$$A_{p,p} = \begin{array}{ll} P_{q,q-1} & Q_{q,p-q+1} \\ R_{p-q,q-1} & S_{p-q,p-q+1} \end{array},$$

wo $Q_{q,p-q+1} = 0$ ist. Demnach ist

$$M = \begin{array}{lll} P_{q,q-1} & Q_{q,p-q+1} & U_{q,n-p} \\ R_{p-q,q-1} & S_{p-q,p-q+1} & V_{p-q,n-p} \\ X_{n-p,q-1} & Y_{n-p,p-q+1} & D_{n-p,n-p} \end{array}.$$

Hier verschwinden alle Elemente der Matrix

$$B = \begin{array}{l} U_{q,n-p} \\ V_{p-q,n-p} \end{array},$$

also auch alle Elemente der Matrix

$$Q_{q,p-q+1} \quad U_{q,n-p}.$$

Das sind alle Elemente von M, welche die ersten q Zeilen mit den letzten $n-q+1$ Spalten gemeinsam haben.

§ 2.

Aus dem Hilfssatze II ergibt sich leicht der Satz I. Die von Null verschiedenen Elemente $x_{\alpha\beta}$ der Determinante $n$ten Grades $|M|$ seien unabhängige Veränderliche. Wenn nicht $|M| = 0$ ist, so muß ein Glied der Determinante von Null verschieden sein. Durch Umstellung der Spalten kann man erreichen, daß dies das Diagonalglied $x_{11} x_{22} \cdots x_{nn}$ ist.

Die Determinante möge in zwei Faktoren zerfallen. Da sie in bezug auf die Variabeln einer Reihe eine homogene linare Funktion ist, so können diese nur in einem der beiden Faktoren vorkommen. Es mögen die Variabeln der p ersten Zeilen im ersten Faktor vorkommen, also nicht im zweiten, und die Variabeln der $n-p$ letzten Zeilen im zweiten Faktor, also nicht im ersten. Dann kommen mit $x_{11}, x_{22}, \cdots x_{pp}$ auch die Variabeln der ersten p Spalten im ersten Faktor vor, und die der letzten $n-p$ Spalten im zweiten.

Ich benutze nun die Bezeichnung (1) § 1. Sind die Variabeln von C alle Null, so ist der Satz richtig. Ist x_{n1} nicht Null, so kommt diese Variable, weil sie der $n$ten Zeile angehört, nicht im ersten Faktor vor, und weil sie der ersten Spalte angehört, nicht im zweiten. Daher ist $|M|$ von x_{n1} unabhängig, und folglich ist die zu x_{n1} komplementäre Unterdeterminante $|N| = 0$. Da ihre Elemente aber unabhängige Veränderliche oder Null sind, so verschwinden ihre Glieder sämtlich. Nach Satz II verschwinden daher in N, also auch in M, alle Elemente, welche q Zeilen mit $n-1-q+1$ Spalten gemeinsam haben.

§ 3.

Aus dem Satze II ergibt sich auch leicht ein Ergebnis des Hrn. Dénis König. *Über Graphen und ihre Anwendung auf Determinantentheorie und Mengenlehre, Math. Ann. Bd. 77.*

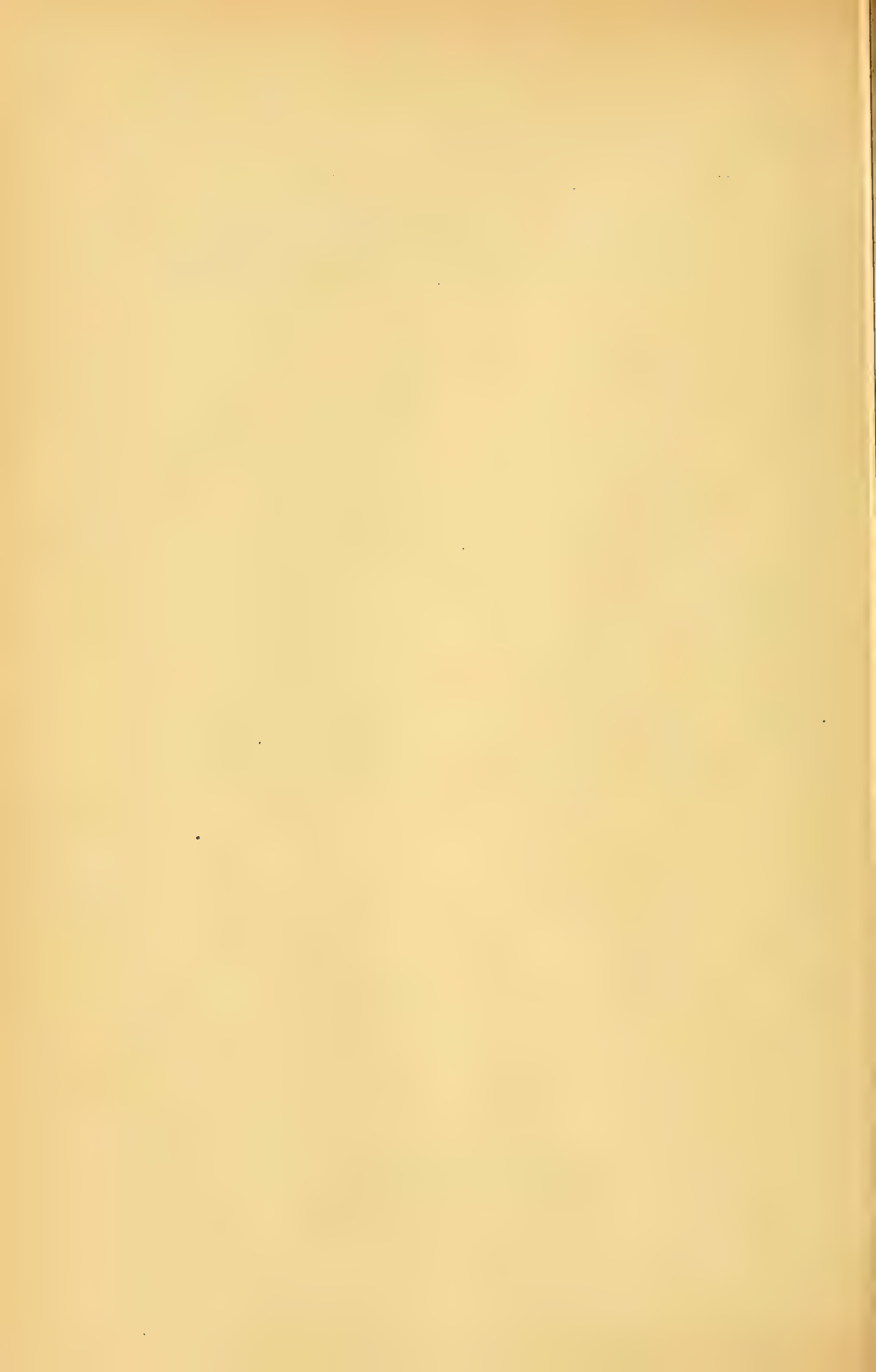
Wenn in einer Determinante aus nicht negativen Elementen die Größen jeder Zeile und jeder Spalte dieselbe, von Null verschiedene Summe haben, so können ihre Glieder nicht sämtlich verschwinden.

Denn wenn alle Glieder von $|M|$ verschwinden, so verschwinden etwa die Elemente von B und die der letzten Spalte von A. Haben nun die Größen jeder Reihe die Summe s, so ist die Summe der Größen der p ersten Reihen, also der Elemente von A und B, gleich ps, und ebenso die Summe der Größen der p ersten Spalten, also der Elemente von A und C. Folglich ist die Summe der Elemente von C gleich der der Elemente von B, und da diese alle Null sind, und jene nicht

negativ, so verschwinden alle Elemente von C, demnach alle Elemente der $p$ten Spalte, und mithin ist $s = 0$.

Die Theorie der Graphen, mittels deren Hr. KÖNIG den obigen Satz abgeleitet hat, ist nach meiner Ansicht ein wenig geeignetes Hilfsmittel für die Entwicklung der Determinantentheorie. In diesem Falle führt sie zu einem ganz speziellen Satze von geringem Werte. Was von seinem Inhalt Wert hat, ist in dem Satze II ausgesprochen.

Ausgegeben am 19. April.



SITZUNGSBERICHTE

1917.

XIX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. April. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Erman las über »die römischen Obelisken des Domitian und des Antinous« (Abh.).

Der Obelisk auf der Piazza Navona stammt von dem Isistempel, den Domitian erbaute. Seine Inschriften, die im 17. Jahrhundert durch Restaurierungen entstellt sind, enthalten nichts als eine Verherrlichung des Kaisers in den herkömmlichen Phrasen der ägyptischen Literatur. Dagegen ist der Obelisk des Monte Pincio von besonderem Interesse. Er stammt von dem Grabmal, das Hadrian dem Antinous vor Porta Maggiore in dem »Grenzfelde Roms« errichtete, und ist das einzige Dokument, das uns zeigt, wie die ägyptischen Priester den neuen Gott auffaßten, den ihnen der Kaiser gegeben hatte. Er ist das Kind eines Gottes gewesen; als er starb, haben ihn die Götter in ihre Reihe aufgenommen, und weil sie Freude an ihm hatten, ließen sie seine Worte auf Erden dauern — vielleicht eine Hindeutung auf Orakel, die er erteilte. Nicht altägyptischen, sondern griechischen Anschauungen entspricht es, daß Antinous bedürftigen Kranken durch Träume Heilung gewährt und daß zu seiner Ehre Festspiele in der neuen Stadt Antinoupolis gefeiert werden.

Ausgegeben am 19. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

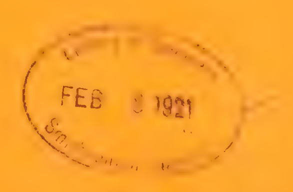
1917 XX. XXI. XXII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. Fischer sprach über die Synthese der Glucoside.

Er gab eine Übersicht über seine Versuche auf diesem Gebiete mit besonderer Berücksichtigung der in den letzten Jahren erzielten Resultate. Ganz neu ist die Synthese der cyanhaltigen Glucoside vom Typus des Mandelnitrilglucosids, die er gemeinschaftlich mit seinem Assistenten Dr. Max Bergmann ausführte. Sie geht über die Tetracetylglucosido-Derivate des Mandelsäureesters, des Mandelamids und Mandelnitrils. Dadurch wird auch die Synthese des Amygdalins und ähnlicher Stoffe ermöglicht.

2. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: W. Dittenberger, Sylloge inscriptionum Graecarum. Ed. 3. Vol. 2 (Lipsiae 1917) und das von der Akademie unterstützte Werk F. Frhr. von Schrötter, Geschichte des neueren Münz- und Geldwesens im Kurfürstentum Trier 1550—1794 (Berlin 1917).

Der Staatsvertrag Ramses' II. von Ägypten und Ḫattušils von Ḫatti in akkadischer Fassung.

Von Prof. Dr. Bruno Meissner
in Breslau.

(Vorgelegt von Hrn. E. Meyer am 29. März 1917 [s. oben S. 267].)

Es war schon seit langer Zeit vermutet worden, daß das Original des Vertrages zwischen Ramses II. und Chetasar in Keilschrift auf eine Tontafel geschrieben war: vgl. Müller, Der Bündnisvertrag Ramses' II. S. 33 ff. Diese Vermutung ist durch Wincklers Boghazköifunde aufs glänzendste bestätigt worden: denn in dem dortigen Archiv wurden neben vielen Urkunden in der ḫattischen Landessprache auch mehrere Verträge und offizielle Briefe in der Sprache der damaligen Diplomatie, dem Akkadischen, aufgefunden, unter ihnen zwei Exemplare des Vertrages Ramses' II. mit Ḫattušil; vgl. OLZ. 1906, 629. Beide sind uns nur fragmentarisch erhalten, aber während das eine nur spärliche Reste von 16 Zeilen enthält, bietet das andere 45, teilweise ziemlich vollkommen erhaltene Zeilen, die zudem infolge der häufig parallelgehenden Bestimmungen nicht selten bedeutend ergänzt werden können. Beide Inschriften sind jetzt im ersten Hefte der Keilschrifttexte aus Boghazköi von Figulla und Weidner als Nr. 7 und 25 recht gut ediert.

Es ist nun meines Erachtens sehr reizvoll, beide Redaktionen des Vertrages, die ägyptische und akkadische, miteinander zu vergleichen, selbst wenn unsere Kenntnis der Abmachungen beider Herrscher nicht sonderlich erweitert werden sollte. Jedenfalls sind wir hier zum ersten Male in der Lage, einen akkadischen Text durch einen ägyptischen ergänzen und erklären zu können. Anderseits kann auch zur Aufhellung der ägyptischen Fassung gerade aus den andern ḫattischen Staatsverträgen mancherlei beigebracht werden.

Beide Rezensionen stimmen nicht genau überein; dennoch, meine ich, wird die akkadische Tafel, schon weil zwei, soweit wir urteilen können, gleichlautende Exemplare existieren, nicht einen Präliminarvertrag, sondern die offizielle Redaktion des wirklichen Vertrages re-

präsentieren. Der Unterschied besteht besonders darin, daß hier Ramses II. als Schreiber erscheint, der seine Person und sein Land immer in umgekehrter Reihenfolge nennt, wie der ägyptische Parallelvertrag, der eine Übersetzung des hattischen Textes ist. Sodann fehlt bei uns mit Ausnahme der Genealogie beider Herrscher jede historische Anspielung, wogegen die ägyptische Übersetzung des öfteren von früheren Kriegen, Verträgen und Schicksalen älterer Könige erzählt. Auch in den Bestimmungen selbst und in der Anordnung der Paragraphen finden sich kleine Unterschiede. Diesen unbedeutenden Diskrepanzen gegenüber sind die Übereinstimmungen bis in Kleinigkeiten aber so groß, daß die engste Zusammengehörigkeit beider Redaktionen nicht geleugnet werden kann.

Umschrift[1] und Übersetzung der akkadischen Fassung, neben die ich die Breastedsche Übersetzung des ägyptischen Teiles setze, mögen das im einzelnen erläutern.

Umschrift.

1. [*um-ma ri-ki-is* (?) (*m*)] (*Ri-a-ma-š*) [*e-ša ma-a-i*] (*il*)*A-ma-na šarru rabû šar* [(*mât*)*Mi-iṣ-ri-i ḳarradu*]
2. (*ka-du* (*m*)*Ḫa-at-tu-ši-li*) *šar* (*mât*)*Ḫa-at-ti aḫi-šú a-na* (*na-ta-ni sa-la-m*) [*a damḳa*]
3. [*u aḫûta damiḳta* .... *-u*]*t-ti rabîti i-na be-ri-šú-nu a-di ni* (?) ....
4. ((*m*)*A* (?)*-ri-a-ma-sĕ-šá ma-a-i*) [(*il*)]*A-ma-na šarru rabû šar* (*mât*) *Mi-iṣ-ri-i ḳarradu* [*i*]*-na gab-bi mâtâti mâ*[*r*] (!)
5. ((*m*)*Mi-in-m*)*u-a-ri-ia šarru rabû šar* (*mât*)*Mi-iṣ-ri-i ḳarradu mâr-mâru* (?) *-šu šá* (*m*)*Mi-in-pa-ḫi-ri-ta-ri-a šarru rabû*
6. (*šar* (*mât*)*Mi-iṣ*)*-ri-i ḳarradu a-na* (*m*)*Ḫa-at-tu-ši-li šarru rabû šar* (*mât*)*Ḫa-at-ti ḳarradu mâr* (*m*)*Mur-ši-li šarru rabû*
7. (*šar* (*mât*)*Ḫa-at-ti*) *ḳarradu mârmâru-šu šá* (*m*)*Šú-ub-bi-lu-li-ú-ma šarru rabû šar* (*mât*)*Ḫa-at-ti ḳarradu a-mur a-nu-ma at-ta-din*
8. (*áḫ-ut-t*) [*a damiḳta u*] *sa-la-ma damḳa i-na be-ri-in-ni a-di da-ri-ti a-na na-da-ni sa-la-ma damḳa áḫ-ḫu-ta damiḳta*
9. (*i-n*) [*a te-mi* (?)] (*mât*)*Mi-iṣ-ri-i ka-du* (*mât*)*Ḫa-*[*a*]*t-ti a-di da-a-ri-ti ki-a-am a-mur te-ma ša šarri rabî šar* (*mât*)*Mi-iṣ-ri-i*
10. [*u*] (*šá šarri rabî*) *šar* (*mât*)*Ḫa-at-ti ul-du ta* (!)*-ri-ti íl-lim ú-ul i-na-an-din* (!) *a-na e-bi-ši* (*am.*)*nakra i-na be-ri-šú-nu*
11. [*ina riksi* (?) *ul-t*]*u da-a-ri-ti a-mur* (*m*)*Ri-a-ma-še-šá ma-a-i* (*il*) *A-ma-na šarru rabû šar* (*mât*)*Mi-iṣ-ri-i a-na e-bi-ši te-ma*
12. [*ša* (*il*)*Ria ipušu*] *ša* (*il*)*Tešup i-pu-šú a-na* (*mât*)*Mi-iṣ-ri-i ka-du* (*mât*)*Ḫa-at-ti i-na te-mi-šú šá ul-tu da-ri-ti*

[1] Die nur im Duplikat vorhandenen Abschnitte sind in runde Klammern gesetzt, Ergänzungen in eckige.

13. *ši (?) . . . . . . ni a-na e-bi-ši (am.)nakru i-na-na [a]-na ṣa-a-di ŭ a-du ku-ul*

14. *(m)Ri-[a-ma-še-š]á ma-a-i (il)A-ma-na šarru rabû šar (mât)[Mi-iṣ-ri-i] i-te-pu-uš i-na ri-ki-il-ti muḫ-ḫi ṭub-bi šá kaspi*

15. *ḳa-du [(m) Ḫa-at-tu-ši]-li šarru rabû šar (mât) Ḫa-at-ti aḫi-[šu a-di û]-mi an-ni-i a-na na-da-ni zu-lum-ma-a damḳa áḫ-ḫu-ta damiḳta*

16. *i-na-a[n-na a-di] da-ri-ti ŭ áḫ-ḫu-ú i[t (?)-ti-ia] ŭ (?) áḫ-a-ku it-ti-šú ŭ sal-ma-a-ku it-ti-šú*

17. *a-di d[a-ri-ti ŭ ni]-i-nu ni-in-ip-pu-uš aḫu-[ta-a-ni u sa-la-ma]-a-ni ŭ damḳu eli (!) aḫu-ti ŭ sa-la-mi šá pa-na-nu*

18. *šá (mât)M[i-iṣ-ri-i u (mâ]t)Ḫa-at-ti a-mur (m)Ri-ia-ma-še-šá šarru [rabû] šar (mât)Mi-iṣ-ri-i i-na sa-la-mi damḳi i-na aḫu-ti damiḳti*

19. *it-ti [(m)Ḫa-at-tu-ši-li] šarru rabû šar (mât)Ḫa-at-ti a-mur mârê (m)Ri-a-ma-še-šá ma-a-i (il)A-ma-na šar (mât)Mi-iṣ-ri-i*

20. *sal-mu á[ḫ-ḫu-u it-ti] mârê šá (m)Ḫa-a[t-tu-ši-l]i šarri rabî šar (mât)[Ḫ]a-at-ti a-di da-ri-ti ŭ šú-nu a-ki-i te-mi-ni*

21. *šá áḫ-u[t-ni ŭ sa]-la-am-ni ŭ (mât)M[i-iṣ-ri-i] ḳa-du (mât)Ḫa-at-ti ŭ sa-al-mu aḫû ki-i ni-i-nu a-di da-ri-ti*

22. *ŭ (m)Ri-a-[ma-še-ša m]a-a-i (il)A-ma-na [šarru rabû šar] (mât)Mi-iṣ-ri-i la-a ú-ḳar-ra (mât)Ḫa-at-ti a-na la-ki-e mi-im-ma*

23. *i-na libbi-š[ú] . . . . a-ti ŭ (m)Ḫa-at-[tu-ši-li šarru] rabû šar (mât) Ḫa-at-ti la ú-kar-ra a-na (mât)Mi-iṣ-ri-i*

24. *a-na la-ki-[e mi-im-ma] i-na libbi-šu . . . . [a]-mur pár-ṣu šá da-a-ri-ti šá (il)Ria ŭ (il)Tešup i-pu-šú*

25. *a-na (mât)Mi-[iṣ-ri-i k]a-du (mât)Ḫa-a[t-ti sa-la-m]a ŭ áḫ-ut-ta a-na la-a na-da-a-ni (am.)nakra i-na be-ri-šú-nu*

26. *ŭ a-mur (m)R[i-a-ma-še-ša] ma-a-i (il)A-[ma-na šarru rabû] šar (mât)Mi-iṣ-ri-i iṣ-ṣa-bat-šú a-na e-bi-ši šú-ul-mi a-di ú-mi an-ni-i*

27. *a-mur (mât)Mi-iṣ-[ri-i k]a-du (mât)Ḫa-a[t-ti iṣ-ṣa-ab-ba-at (?)] áḫ-ḫu (?)-zu a-di da-ri-ti ŭ šum-ma (am.)nakru šá-nu-ú*

28. *il-la-ka [a-na (mât)Ḫ]a-at-ti ŭ (!) (m)Ḫ[a-at-tu-ši-li šar (mât)Ḫa-at-t]i i-šap-pár a-na a-ia-ši um-ma-a al-ka a-na a-ia-ši*

29. *a-na ri-zu-t[i-ia] a-na šá-a-šú ŭ (m)Ri-[a-ma-še-ša ma-a-i (il)A-ma]-na šarru rabû šar (mât)Mi-iṣ-ri-i*

30. *i-šap-pár ṣabê-šú (iṣ)narkabâti-šú ŭ i-da-ak-ku [(am.)nakra-šu ŭ] . . . il-la . . . ú (?)-ta (?)-ar a (?)-[na (mât)Ḫ]a-at-ti*

31. *ŭ šum-ma (m)Ḫa-at-tu-ši-li šarru rabû šar (mât)Ḫa-at-ti [ir-da-ub ina m]uḫ-ḫi ard[ê]-šú at (!)-tu-šú [u iḫ]-ta-tu-ú a-na muḫ-ḫi-šú*

32. *ŭ ta-šap-pár a-na (m)Ri-a-ma-še-šá šarru rabû šar (mât)[Mi-iṣ-ri-i m]uḫ-ḫi-šú a-d[i] (m)Ri-a-ma-š[e-ša ma]-a-i (il)A-ma-na*

33. *ṣabê-šú (iṣ)narkabâti-šú i-šap-pár [ŭ] ú-ḫal-la-ku gab-bi-i [(am.)nakra] a-na mu[ḫ]-ḫi-šú-nu [u šum-m]a (am.)nakru šá-nu-ú il-la-ka*

34. *a-na (mât)Mi-iṣ-ri-i ŭ (m)Ri-[a-ma-še]-šá ma-a-i (il)A-ma-na [šar] (mât)Mi-iṣ-ri-i aḫu-k[a i-šap-par] a-na (m)Ḫa-at-tu-ši-li*
35. *šar (mât)Ḫa-at-ti aḫi-šu u[m-ma-a a]l-ka a-na ri-zu-ti-ia a-na eli-šú a-di (m)Ḫa-[at-tu-ši-li šar] (mât)Ḫa-at-ti*
36. *i-šap-pár ṣabê-šú [(iṣ)narkab]âti-šú [u i-d]a-ak (am.)nakri-ia ŭ [š]um(!)-ma (m)Ri-a-ma-še-šá [ma-a-i (il)A-ma-na šar (mâ]t)Mi-iṣ-ri-i*
37. *ir(!)-da-ub a-na e[li] ardê at-tu-šú(!) ŭ šú-nu i-te-ip-[š]ú ḫe-ṭa a-na eli-[šu u a-šap-par]*
38. *a-na (m)Ḫa-at-tu-[ši-li] šar (mât)Ḫa-at-ti aḫi-ia muḫ-[ḫi-šú] ú [(m)Ḫ]a-at-tu-ši-l[i šar (mât)Ḫa-at-ti]*
39. *i-šap-pár ṣabê-[šu (i]ṣ)narkabâti-šú ŭ ú-ḫal-la-ku gab-b[i-i (am.)nakri a-na eli(?)]-a . . . .*
40. *ŭ a-mur mâru š[á (m)]Ḫa-at-tu-ši-li šar (m[ât)Ḫ]a-at-ti . . . . ib-bu-ni(?) . . . .*
41. *[i-n]a aš-ri (m)Ḫ[a-a]t-tu-ši-li a-bi-šú ar-ki šanâti . . . . [b]u . . . .*
42. *. . . . š[ú] . . . . šá (mât)Ḫa-at-ti i-te-ip-šú ḫe-[ṭa] . . . .*
43. *. . . . [(i]ṣ)narkabâti a-na ú-ta-a-ar di . . . .*
44. *. . . . . . [ṣ]i i-na (mât) . . . . .*
45. . . . .

Übersetzung.

1. [Also. Der Vertrag (?)[1]] (des Riamaše)[ša mai] Amana, des großen Königs, des Königs [von Ägypten, des starken,]
2. (mit Ḫattušil), dem König von Ḫatti, seinem Bruder, um (zu geben) [schönen] (Fried)[en]
3. [und schöne Bruderschaft . . .] großen . . . schaft zwischen ihnen bis . . . .
4. Riamašeša mai Amana, der große König, der König von Ägypten, der starke [i]n allen Ländern, der So[hn]
5. (des Minm)uaria, des großen Königs, des Königs von Ägypten, des starken, der Enkel des Minpaḫiritaria, des großen Königs,
6. [des Königs von Äg]ypten, des starken, an Ḫattušil, den großen König, den König von Ḫatti, den starken, den Sohn des Muršil, des großen Königs,

[1] Vgl. den ägyptischen Vertrag bei Breasted, Ancient records of Egypt III, § 373: The treaty which the great chief of Kheta, Khetasar, the valiant, the son of Merasar, the great chief of Kheta, the valiant, the grandson of Seplel, [the great chief of Kheta, the val]iant, made, upon a silver tablet for Usermare-Setepnere (Ramses II.), the great ruler of Egypt, the valiant, the son of Menmare (Seti I.), the great ruler of Egypt, the valiant, the grandson of Menpehtire (Ramses I.), the great ruler of Egypt, the valiant; the good treaty of peace and of brotherhood, setting peace [between them], forever.

7. des Königs von Ḫatti, den Enkel des Šubbiluliuma, des großen Königs, des Königs von Ḫatti, des starken. § 1. Sieh, nunmehr habe ich gegeben
8. [schöne] (Bruderschaft) [und] schönen Frieden zwischen uns auf ewig, um zu geben schönen Frieden und schöne Bruderschaft
9. (i)[n dem Verhältnis] von Ägypten zu Ḫatti auf ewig folgendermaßen: § 2[1]. Sieh das Verhältnis des großen Königs, des Königs von Ägypten,
10. [und] (des großen Königs), des Königs von Ḫatti von Ewigkeit her, so erlaubt Gott nicht, Feindschaft zwischen ihnen zu machen
11. [infolge des Bündnisses vo]n Ewigkeit her. § 3[2]. Sieh Riamašeša mai Amana, den großen König, den König von Ägypten, ein Verhältnis schaffen.
12. [wie es Ria schuf], und wie es Tešup schuf, für Ägypten und Ḫatti, derart, daß es von Ewigkeit
13. [verhindert(?)], Feindschaft zu machen jetzt und für immer und ewig.
14. § 4[3]. Ri[amašeš]a mai Amana, der große König, der König [von Ägypten], hat gemacht den Vertrag auf eine silberne Tafel
15. mit [Ḫattuši]l, dem großen König, dem König von Ḫatti, [seinem] Bruder, [vom] heutigen [Ta]ge an, um einen schönen Frieden und schöne Bruderschaft zu geben
16. jetzt [und in] Ewigkeit. Und er ist Bruder m[it mir], und ich bin Bruder mit ihm und bin friedlich mit ihm,
17. in E[wigkeit. Und w]ir machen(?) [unsere] Bruder[schaft und] unsern [Frieden], und sie sind schöner als die Bruderschaft und der Friede von früher,

[1] Vgl. Breasted, ebenda III, § 374: Now, at the beginning since eternity, the relations of the great ruler of Egypt with the great chief of Kheta were (such) that the god prevented hostilities between them, by treaty.

[2] Vgl. Breasted, ebenda III, § 374: Yet afterward, beginning with this day, behold, Khetasar, the great chief of Kheta, is [in] a treaty-relation for establishing the relations which the Re made, and which Sutekh made, for the land of Egypt, with the land of Kheta, in order not to permit hostilities to arise between them, forever.

[3] Vgl. Breasted, ebenda III, § 373: upon a silver tablet und ebenda III, § 375: Behold then, Khetasar, the great chief of Kheta, is in treaty relation with Usermare-Setepnere (Ramses II.), the great ruler of Egypt, beginning with this day, in order to bring about good peace and good brotherhood between us forever, while he is in brotherhood with me, he is in peace with me; and I am in brotherhood with him, and I am in peace with him, forever .... Behold, I am together with Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, and he is [with me in] our peace and in our brotherhood. It is better than the former peace and brotherhood which were in the land.

18. der zwischen Ä[gypten und] Ḫatti bestand. § 5[1]. Sieh Riamašeša, den [großen] König, den König von Ägypten, in schönem Frieden und in schöner Bruderschaft
19. mit [Ḫattušil], dem großen Könige, dem Könige von Ḫatti. Sieh, die Söhne des Riamašeša mai Amana, des Königs von Ägypten,
20. sind friedlich und brü[derlich mit] den Söhnen des Ḫat[tušil], des großen Königs, des Königs von [Ḫ]atti auf ewig; und sie sind gemäß unseres Verhältnisses
21. von [unserer] Bruderscha[ft und] unserem [Fri]eden und von Äg[ypten] und Ḫatti, und sie sind friedlich und Brüder wie wir in Ewigkeit.
22. § 6[2]. Und Ria[mašeša m]ai Amana, [der große König, der König] von Ägypten, soll Ḫatti nicht befehden(?), etwas zu nehmen
23. daraus ..... und Ḫat[tušil, der] große [König], der König von Ḫatti, soll Ägypten nicht befehden(?),
24. [etwas] zu nehmen daraus .... § 7[3]. [Si]eh den ewigen Befehl, den Ria und Tešup gemacht haben
25. für Äg[ypten u]nd Ḫat[ti, Friede]n und Bruderschaft (zu halten), um nicht Feindschaft zwischen ihnen zu veranlassen.
26. Und sieh, R[iamašeša] mai A[mana, der große König], der König von Ägypten, hat ihn (den Befehl) ergriffen, um Frieden zu machen vom heutigen Tage an.
27. Sieh, Ägyp[ten u]nd Ḫa[tti hat ergriffen(?)] seine(?) Bruderschaft(?) in Ewigkeit. § 8[4]. Und wenn ein anderer Feind

[1] Vgl. Breasted, ebenda III, § 375: Behold, I, even the great chief of Kheta, am with [Ramses II.], the great ruler of Egypt, in good peace and in good brotherhood. The children of the children of the great chief of Kheta shall be in brootherhood and peace with the children of the children of Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, being in our relations of brotherhood and our relations [of peace], that the [land of Egypt] may be with the land of Kheta in peace and brotherhood like ourselves, forever.

[2] Vgl. Breasted, ebenda III, § 376: There shall be no hostilities between them, forever. The great chief of Kheta shall not pass over into the land of Egypt, forever, to take anything therefrom. Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, shall not pass over into the land [of Kheta, to take anything] therefrom, forever.

[3] Vgl. Breasted, ebenda III, § 377: As for the former treaty...... I will hold to it. Behold, Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, will hold [to it] with us together, beginning with this day. We will hold to it, and we will deal in this former manner.

[4] Vgl. Breasted, ebenda III, § 378: If another enemy come against the lands of Usermare-Setepnere (Ramses II.), the great ruler, and he shall send to the great chief of Kheta, saying: "Come with me as reinforcement against him," the great chief of Kheta shall [come], and the great chief of Kheta shall slay his enemy. But if it be not the desire of the great chief of Kheta to come, he shall send his infantry and his chariotry, and shall slay his enemy.

28. [gegen Ḫatti] geht, und Ḫ[attušil, der König von Ḫat]ti schreibt an mich: »Komm zu mir
29. zu [meiner] Hilfe gegen ihn«, soll Ri[amašeša mai Aman]a, der große König, der König von Ägypten,
30. senden seine Soldaten, seine Wagen, und sie sollen töten [seinen Feind, und die Tr]upp[e] (?) soll zurückkehren (?) n[ach (?) Ḫ]atti.
31. § 9[1]. Und wenn Ḫattušil, der große König, der König von Ḫatti, [zürnt ge]gen seine Dien[er, und sie] sich versündigen gegen ihn,
32. und du schreibst an Riamašeša, den großen König, den König von Ägypten, darüber, soll sofo[rt] Riamaš[eša ma]i Amana
33. seine Soldaten und seine Wagen senden, [und] sie sollen vernichten alle, die [feind sind] ge[ge]n sie. § 10[2]. [Und wen]n ein anderer Feind kommt
34. gegen Ägypten, und Ri[amaše]ša mai Amana, [der König] von Ägypten, [de]in Bruder, [schreibt] an Ḫattušil,
35. den König von Ḫatti, seinen Bruder: »[Ko]mm zu meiner Hilfe gegen ihn«, so soll sofort Ḫa[ttušil, der König] von Ḫatti,
36. senden seine Soldaten, seine [Wage]n, [und er soll tö]ten meinen Feind. § 11[3]. Und [w]enn Riamašeša [mai Amana, der König von] Ägypten,
37. zürnt (?) gege[n] seine Diener, und sie Sünde begehen gegen [ihn, und ich schreibe]
38. an Ḫattu[šil], den König von Ḫatti, meinen Bruder, dar[über], so soll [Ḫa]ttuši[l, der König von Ḫatti],
39. senden [seine] Soldaten, seine Wagen, und sie sollen vernichten al[le, die feindlich sind gegen] mich (?) . . . .

[1] Vgl. Breasted, ebenda III, § 379: Or if Ramses-Meriamon, [the great ruler of Egypt], be provoked against delinquent subjects, when the have committed some other fault against him, and he come to slay them, then the great chief of Kheta shall act with the lord of Egypt. . . .

[2] Vgl. Breasted, ebenda III, § 380: If another en[emy come] against the great chief of Kheta, [and he shall send] to the great chief (!) [of Egypt]. Usermare-Setepnere [for reinforcements then he] shall come to him as reinforcement, to slay his enemy. But if it be [not] the desire of Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, to come, he shall [send his infantry and his chariotry and shall slay his enenmy]. Or . . . . seeing them, besides returning answer to the land of Kheta.

[3] Vgl. Breasted, ebenda III, § 381: Now if subjects of the great chief of Kheta transgress against him, and Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, shall . . . . the land of Kheta and the land of Egypt . . . ., that is to say: "I will come after their punishment, to Ramses-Meriamon, the great ruler of Egypt, living forever, ... the land of Kheta . . . . . their appointing him for them, to be lord, to cause that Usermare-Setepnere, the great ruler of Egypt, shall be silent from his speech forever. If he . . . his . . . . the land of Kheta, and he shall turn back [again to] the great chief of Kheta . . . .

40. § 12. Und sieh den Sohn d[es] Ḫattušil, des Königs von Ḫatti, ...
41. [an d]er Stelle des Ḫ[at]tušil, seines Vaters, nach Jahren . . . .
42. . . . . von Ḫatti tut Sün[de] . . . . .
43. . . . . Wagen nach er kehrt zurück (?) . . . .
44. . . . . . . im Lande . . . . .
45. . . . .

Bemerkungen.

1. Mit [*umma*] beginnen mehrere Staatsverträge und Briefe aus Boghazköi; z. B. Nr. 4, 1; 6, 1; 24, 1; 29, 1. — [*rikis* (?)] ist ergänzt nach der ägyptischen Fassung (Breasted, a. a. O. § 373): the treaty usw. »Vertrag« heißt in diesen Urkunden *riksu* (z. B. *rik-za* Nr. 1, 2, *ri-ik-šá-am* Nr. 5, 4) oder *rikiltu* (z. B. Nr. 7, 14; 8, 23, 27). Möglich wäre nach Nr. 1, 1; 5, 2 auch die Ergänzung *enuma Riamašeša* . . . . *kadu Ḫattušili* . . . . *ana natâni salâma damḳa* . . . . . [*riksa irkusu*] = damals haben Riamašeša . . . . mit Ḫattušil . . . . um schönen Frieden zu geben . . . . [einen Vertrag abgeschlossen]. — Der Name des Ramses ist in Nr. 7 immer *Ri-a-ma-še-šá* bzw. *Ri-ia-ma-še-šá* wiedergegeben; vgl. Ranke, Keilschr. Mat. zur altägypt. Vokalisation 18. In dem Duplikat Nr. 25 findet sich Z. 4 die Schreibung (*m*) *Za* (?) bzw. *A* (?)-*ri-a-ma-še-šá*. Nr. 14, 26 schreibt der Ḫattikönig *Ri-ia-ma-a-ti-šá*. Die Schreibung (*m*)*Ri-a-ma-áš-ia* (Nr. 21 Rs. 10) wird wohl eine Koseform desselben Namens sein. — Für den Beinamen *mâi Amana* = *m(r)j-'Imn*, d. i. geliebt von Amon, vgl. Ranke, a. a. O. 12. — Der Titel *GUṬU* = *ḳarradu*, d. i. der Tapfere findet sich ebenso in der ägyptischen Version: the valiant (Breasted). Es handelt sich dabei wohl um eine ḫattische Sitte, da sich diese Titulatur auch in akkadisch-assyrischen Urkunden sonst nicht findet.

2. Der Name des Ḫattikönigs Ḫattušil lautet in ägyptischer Umschrift bekanntlich *Ḫtsr*.

3. Am Anfang der ziemlich langen Lücke von Z. 3 wird nach *salâma damḳa* und ägyptisch: brotherhood (Breasted, a. a. O. § 373) [*aḫûta damiḳta*] zu ergänzen sein. Wie das Abstraktum auf . . . [*u*]*t-ti* zu ergänzen ist, ist mir unsicher. — Gegen Ende der Zeile erwartet man wegen des ägyptischen: forever (Breasted, a. a. O. § 373) *adi dâriti*. Dazu stimmen aber die Spuren des erhaltenen Zeichens nicht, die vielmehr auf *ni* hindeuten. *adîni* bedeutet »bisher« (Landsberger, ZDMG. 69, 13); vgl. auch Boghazköi Nr. 8, 34 *a-di-na* mit einer Negation: Nr. 14, 22; 15, 9.

4. Das letzte Zeichen erscheint in der Publikation als *i* (𒄿); es wird aber wohl aus *mâr* (𒈬) verlesen sein. Auch das Duplikat Nr. 25 beginnt Z. 5 mit (*m*)*Mi-in-mu-a-ri-a*: danach muß auch dort *mâr* auf der vorhergehenden Zeile stehen. Ein Ausdruck *ḳarradu ina gabbi mâtâtiia* (!) = tapfer in allen meinen Ländern wäre ungeschickt.

5. Der Thronname Setis I. ist nach dem Duplikat [(*m*)*Mi-in-m*]*u-a-ri-a* zu ergänzen. OLZ. 1906, 629 liest Winckler ohne Fragezeichen (*m*)*Mi-im-mu-a-ri-a*. War damals auf der Tafel noch mehr erhalten? Der Name entspricht ägyptischem *Mn-mꜣ*(*·t*)*-Rᶜ*; vgl. Ranke, a. a. O. 12. — Der Thronname des Großvaters, Ramses I., lautet ägyptisch *Mn-pḥtj-Rᶜ*. Ranke, a. a. O. 13 vermutet, daß das erste *ri* überflüssig sei, der Name also eigentlich *Minpaḫitaria* lauten müßte.

6. Die Namen des Vaters und Großvaters Ḫattušils erscheinen in ägyptischer Umschrift als *Mrsr* und *Sprr*. Aus späterer Zeit (Salmanassar III.) entspricht der Name des Patinäerkönigs *Sapalulme* gewiß unserm *Šubbiluliuma*.

7. Das unsichere *din* in *attadin* wird durch das Duplikat Nr. 25, 8 gestützt.

9. *ṭêmu*, eigentlich »Verstand, Nachricht« entspricht hier ägyptischem: relations (Breasted, a. a. O. § 374).

10. *uldu ta*(!)*-ri-ti* ist nur eine schlechte Schreibung für *ultu dâriti*, wie ägyptisches: since eternity (Breasted, a. a. O. § 374) beweist. — 𒀭 𒈝 wird als Ideogramm für *ilu* mit dem phonetischen Kompliment *lim* aufzufassen sein; vgl. auch Nr. 8, 18. Auch der ägyptische Text hat den monotheistisch aussehenden Ausdruck »der Gott«; vgl. Müller, a. a. O. 10.

10. Das *din* in *inandin* ist nicht ganz sicher, doch recht wahrscheinlich. Der Ägypter sagt dafür, wie mich Herr Direktor Schäfer belehrt, genau entsprechend *bw dj pꜣ ntr ḫpr ḫrwj* = nicht gab der Gott, daß Feindschaft werde. — (*am.*)*nakru* kann maskulinisch, aber, wie hier, auch neutrisch (ägypt. hostilities) aufgefaßt werden.

11. Die unsichere Ergänzung [*ina riksi* (?)] nach der ägyptischen Fassung: by treaty (Breasted, a. a. O. § 374).

12. Die Ergänzung [*ša* (*il*)*Ria ipušu*] nach dem ägyptischen Text: which the Re made, and which the Sutekh made (Breasted, a. a. O. § 374).

13. Eine plausible Ergänzung des Anfangs der Zeile bin ich nicht imstande zu geben. Der Sinn ist nach Ägyptischem: in order not to permit hostilities to arise between them klar. — *ṣa-a-di*, das auch durch das Duplikat Nr. 25, 14 gesichert wird, ist eine schlechte Schreibung für *ṣâti*. *kul* ist wohl eine westländische, hebr. כל entsprechende Form, bedeutet eigentlich also »bis zu aller (Zeit)«, »für immer«. Der Ausdruck *ana ṣâti u adu kul* soll das häufige *adi dâriti* (ägypt. forever) abwechseln.

14. *ina* bei *rikilti* ist wohl ein Ḫattimus, wenigstens wird im Akkadischen der Akkusativ wohl durch *ana* umschrieben, nie aber m. W. durch *ina*.

15. Die Ergänzung [*adi ū*]*mi anni* ist nach Ägyptischem: beginning with this day (Breasted, a. a. O. § 375) und Z. 26 vorgenommen, wo *adi ūmi anni* im Ägyptischen ebenfalls durch: beginning with this day (Breasted, a. a. O. § 377) wiedergegeben ist.

16. Die Ergänzung *ah-ḫu-ū i*[*t* (?)-*ti-ia*] *ū* (?) ist nicht sicher, zumal die Spuren von *it* eher nach *am*, und die Spuren von 𒆪 (𒅗) eher nach *ku* aussehen. Nach dem ägyptischen Text (Breasted, a. a. O. § 375) sollte man erwarten *aḫ ittija u salim ittija u aḫâku ittišu u salmâku ittišu* = er ist Bruder mit mir, und er ist friedlich mit mir, und ich bin Bruder mit ihm, und ich bin friedlich mit ihm.

17. *ni-in-ip-pu-uš* halte ich für eine schlechte Schreibung für *nippuš*. — Das unsichere Zeichen hinter *damḳu* wird erfreulicherweise durch die ägyptische Version: it is better (Breasted, a. a. O. § 375) sichergestellt; es ist sicher *eli*.

19. Den Kindern (*mârê*) entsprechen im Ägyptischen »Enkel« (the children of the children; vgl. Breasted, a. a. O. § 375).

20. Die Ergänzung *salmû a*[*ḫḫû itti*] *mârê* nach dem ägyptischen (Breasted, a. a. O. § 375): in brotherhood and peace with the children.

22. Das Verständnis der Formen *u-kar-ra* mit dem Akkusativ und *u-kar-ra* mit *ana* ist nicht ganz sicher. Ich halte sie für II, 1-Formen von *girû* = befehden, trotzdem diese Form sonst nicht nachzuweisen ist. Nach dem ägyptischen Text: shall not pass over (Breasted, a. a. O. § 376) sollte man ein Verbum der Bewegung erwarten; vgl. aber am Anfang des Paragraphen: there shall be not hostilities.

23. Zwischen *šú* . . . und *a-ti* fehlen gewiß noch drei bis vier Zeichen, die ich nicht zu ergänzen wage. Auch in Z. 24 bringt die Parallelbestimmung keine Entscheidung. Ägyptisch nur: to take anything therefrom (Breasted, a. a. O. § 376).

26. Das Suffix von *iṣṣabatšu* bezieht sich auf *parṣu*. Den ägyptischen Ausdruck *mḥw* = ergreifen hatte Müller, a. a. O. 13, schon als Übersetzung von *ṣabâtu* erklärt.

27. Die Ergänzung [*iṣṣabat*] und das *ḫu*(?) in *ah-ḫu*(?)-*zu* ist recht unsicher. Der Satz könnte bedeuten, Ägypten und Ḫatti soll die vom ägyptischen Pharao angebotene Bruderschaft ergreifen. Im Ägyptischen lautet er etwas anders (Breasted, a. a. O. § 377): we will hold to it, and we will deal in this former manner. — *nakru šanû* wie im Ägyptischen: another enemy (Breasted, a. a. O. § 378); vgl. auch Müller, a. a. O. 13.

28. Die unsicheren Spuren hinter [*Ḫ*]*a-at-ti* sind gewiß als *u* zu fassen

30. [*(am.)nakrašu*] ist ergänzt nach Z. 36 *(am.)nakri-ia* und ägyptischem: his enemy (Breasted, a. a. O. § 378). Die ägyptische Fassung ist etwas komplizierter als die akkadische. Dort wird beide Male unterschieden, ob der zu Hilfe gerufene Fürst selbst kommt, oder, falls er nicht selbst kommen will, Hilfstruppen schickt. Die akkadische Fassung nimmt nur die allein in praxi vorkommende zweite Möglichkeit an. — Den Schluß des Paragraphen [*u*] . . . *il-la* . . . *ú*(?)-*ta*(?)-*ar a*(?)-[*na* (*mât*) *Ḫ*]*a-at-ti* kann ich nicht sicher ergänzen, weil auch die ägyptische Bestimmung (Breasted, a. a. O. § 380): or . . . seeing them, besides returning answer to the land of Kheta Unklarheiten enthält. Die Ergänzung [*ù*] *il-la-*[*ak*] *ú*(?)-*ta*(?)-*ar a*(?)-[*na* (*mât*) *Ḫ*]*a-at-ti* = [und] er kehrt zurück n[ach dem Lande Ḫa]tti wird nicht das Richtige treffen, weil der ägyptische Pharao (der Subjekt des Satzes ist) doch nicht nach Ḫatti, sondern nach Ägypten zurückkehrt; eine Ergänzung [*ù ti*]-*il-la-*[*zu*][1] *ú*(?) *ta*(?)-*ar a*(?)-[*na* (*mât*) *Ḫ*]*a-at-ti* = [und seine Hil]fstruppen wird er na[ch Ḫ]atti zurücksenden scheitert an demselben Einwande. Dagegen würde eine Ergänzung [*ù ti*]-*il-la-*[*tu*] *ú*(?)-*ta*(?)-*ar a*(?)-[*na* (*mât*) *Ḫ*]*a-at-ti* = [und die Tr]upp[e] soll na[ch Ḫ]atti zurückkehren zwar etwas Selbstverständliches aussagen, aber doch einen passablen Sinn ergeben. Nach der ägyptischen Fassung (s. oben) könnte der Sinn sein: [und An]two[rt] soll er zurücksenden na[ch dem Lande Ḫa]tti; aber wie wäre dann das Wort . . . *il-la* . . . zu ergänzen?

31. Das Verbum ist nach Z. 37 zu ergänzen, wo *ni-da-ub* steht. Da nach dem ägyptischen (Breasted, a. a. O. § 379): provoked ein Wort »zürnen« verlangt wird, wird *ni-da-ub* gewiß mit Ebeling in *ir*(!)-*da-ub* d. i. I, 2 von *raʾâbu* zu ändern sein, zumal *raʾâbu* in I, 1 und I, 2 in diesen Texten in der gleichen Bedeutung vorkommt; vgl. Nr. 10, 60 *ultu šar* (*mât*)*Miṣri* [*u anâku n*]*i-ir-ʾu-bu* = seit der König von Ägypten [und ich e]rzürnt waren; Nr. 10, 69 *itti aḫameš ni-ir-ta-ʾ-ub* = wir waren mit einander erzürnt. — Das *at* in *attûšu* ist nach Z. 37 sicher. Für *attû* mit Suffixen vgl. Delitzsch, HW. s. v. — [*iḫ*]*tatù* = *iḫṭaṭù* ist nach ägyptischem (Breasted, a. a. O. § 379): when the have committed some other fault against him ergänzt; vgl. Z. 37 *itepšû ḫe-ṭa*. — *a-d*[*i*] ist ergänzt nach Z. 35 *a-di* (*m*)*Ḫa-*[*at-tu-ši-li*].

36. Die unsicheren Spuren hinter *ù* sind gewiß zu *šum*(!)-*ma* zu ergänzen.

39. Die Zeichenspuren vor *a* möchte ich nach Analogie des Parallelparagraphen zu [*nu*]*ḫ-ḫi*(?)-*a* oder [*el*]*i*(?)-*a* ergänzen, trotzdem die Spuren nicht gut dazu passen. Der entsprechende ägyptische Paragraph (Breasted, a. a. O. § 381) differiert stark, ist aber leider auch nicht gut erhalten.

[1] *tillatu* kommt in dieser Bedeutung auch in den Amarnabriefen vor; vgl. Knudtzon, Amarna 1531. Nach ebenda 1590 wird *tillatu* durch *puḫru*, *emûku* erklärt. Es findet sich auch öfters in den Boghazköitexten; z. B. Nr. 4, I, 9; 5, II, 44, III, 4, 9, 12.

40. Der nur in Resten erhaltene Paragraph scheint in dem ägyptischen Vertrage kein Analogon zu haben. Es handelt sich hier wohl um die Nachfolgerschaft Ḫattušils derart, daß Ramses denjenigen Sohn Ḫattušils als Nachfolger anerkennt, den dieser erwählt. Eine ähnliche Bestimmung findet sich auch im Kiswadna-Vertrag (Boghazköi Nr. 5, l. 52ff.; vgl. 57ff.) *a-i-ú-me-e apla-šú šá* (*m*)*Šú-na-aš-šú-ra a-na šár-ru-tim a-na* (*il*) *Šám-ši i-ka-ab-bi-šú* (*il*)*Šám-ši šú-ú-tú a-na šár-ru-tim i-na-aṣ-ṣa-ar-šú* = welchen Sohn Šunaššura der Sonne (d. i. dem Ḫattikönig) zur Königsherrschaft angibt, dem soll die Sonne zur (Ergreifung der) Königsherrschaft seine Unterstützung leihen.

Mit diesem schlecht erhaltenen Paragraphen bricht der akkadische Text ab, der Schluß ist nicht mehr erhalten; aber die ägyptische Fassung hat uns noch die letzten Paragraphen aufbewahrt, und andere Staatsverträge aus dem Ḫattiarchiv zeigen uns, daß diese Bestimmungen und Formeln wirklich in allen Urkunden gäng und gäbe waren. Die vier nächsten Paragraphen (Breasted, a. a. O. § 382—385) behandeln die gegenseitigen Auslieferungsbestimmungen von politischen Flüchtlingen, wobei Unterschiede gemacht werden zwischen Vornehmen (great men) und Plebejern (men who are not known). Ganz am Ende des Vertrages gibt ein Postskriptum (Breasted, a. a. O. § 389f.) dann noch Anweisungen in betreff des Asylrechts, daß die Flüchtlinge nicht bestraft werden dürfen.

Die Einteilung der Bevölkerung in zwei Klassen, Vornehme und Plebejer, entspricht ganz den Anschauungen des Gesetzbuches Hammurapis, das auch *awilû* = Freie, Edle und *muškînû* = Arme unterscheidet, wozu dann als dritter Stand noch die *wardû* = die Sklaven treten. Hier finden wir also in Ägypten und Ḫatti ganz analoge Standesunterschiede. Aber auch ähnliche Auslieferungsbestimmungen von Flüchtlingen wie diese sind uns in dem Vertrage Šubbiluliumas mit Mattiwaza, dem Prinzen von Mitanni, erhalten; vgl. Boghazköi Nr. 1 Rs. 9ff. *šum-ma* (*am.*) *mu-un-na-bi-du iš-tu* (*mât.al*)*Ḫa-at-ti in-*[*na-bit* . . . . *ana* (*mât*)*Mi-it-ta-an-ni*] *ú-da-ar-ru šum-ma* (*am.*)*mu-un-na-bi-id-du šá* (*mât.al*)*M*[*i-it-ta-an-ni in-na-bit* . . . . *ana* (*mât. al*)*Ḫa-at-ti u-da-ar-ru*] = wenn ein Flüchtling aus Ḫatti fl[ieht, ... soll man ihn nach Mitanni] ausliefern; wenn ein Flüchtling aus M[itanni flieht . . . . soll man ihn nach Ḫatti ausliefern]. Šubbiluliuma beschreibt uns auch anschaulich die Gefahren solcher Emigranten, ebenda Vs. 15ff. In späterer Zeit berichtet uns Asarhaddon von seinen Verhandlungen mit dem Herrscher von Šupria über die Auslieferung »[von davongelaufenen Assyrern, soviele] ihre Herren verlassen hatten und nach Šupria geflohen waren«. Zuerst verweigert der Fürst ihre Auslieferung dreimal, worauf Asarhaddon im Jahre 672 ein Heer gegen ihn entsendet. Schließlich muß er aber nachgeben und sich zu dem Ge-

ständnis bequemen: »Ich bin ein Dieb; wegen des Vergehens, das ich begangen, will ich fünfzigfache Buße bezahlen, wegen eines davongelaufenen Assyrers will ich hundert ersetzen«; vgl. Winckler, Altor. Forsch. II, 30ff.: Schmidtke, Asarhaddons Statthalterschaft 113.

Es folgt dann die Liste der Götter, die als Zeugen des Vertrages figurieren (Breasted, a. a. O. § 386). Daß es tausend Götter sind, sagt auch der Mattiwaza-Vertrag (Boghazköi 1 Rs. 68; 3 Rs. 17) *li-im ilâni*. Auch der Ausdruck: a thousand gods of the male gods and of the female gods, of those of the land of Kheta, together with a thousand gods, of the male gods and of the female gods of those of the land of Egypt findet sich ganz ähnlich ebenfalls im Mattiwaza-Vertrage (Boghazköi Nr. 1 Rs. 51) *ilâni amêlûti ilâni sinnišâti gab-ba-šu-nu šá* (*mât.al*)[*Ḫa-at-ti*] *u ilâni amêlûti ilâni sinnišâti šá* (*mât.al*)*Ki-iz-zu-ad-ni* = die männlichen Götter und die weiblichen Götter, sie alle vom Lande [Ḫatti], und die männlichen Götter und weiblichen Götter vom Lande Kiswadna. Genau so wie hier werden schließlich auch in den andern Ḫatti-Verträgen (z. B. Nr. 1 Rs. 39. 59) die Götter als Zeugen (*ši-bu-du*) angerufen.

Auch die Namen der Götter stimmen mehrfach überein: Die Reihe wird im ägyptischen Text eröffnet durch: the Sun-god, of the city of Ernen (*ʾrnn*) und Sutekh of Kheta. Ihnen entsprechen im Mattiwaza-Vertrag (Rs. 40: vgl. 35) (*il*)*Šamaš* (*al*)*A-ri-in-na šá i-na* (*al*)*Ḫa-at-ti šarr-ut-ta ù šarrat-ut-ta ú-ma-ʾ-ar* = die Sonnengottheit von Arinna, welche in Ḫatti die Königsherrschaft und die Königinherrschaft ausübt[1] und (ib. Rs. 40) (*il*) ⟨ d. i. *Tešup bêl* (*al*) *Ḫa-at-ti* = Tešup, der Herr von Ḫatti. Von den im folgenden genannten Göttern entspricht: Sutekh of the city of Perek (*Prk*) vielleicht dem Tešup der Stadt *Be-* bzw. *Pé-te*(!)-[2]*ia-ri-ik* (Nr. 1 Rs. 41; Nr. 2 Rs. 19; Nr. 4, IV, 7); der: Sutekh of the city of Khesesep (*Ḫssp*) und der: Sutekh of the city of Seres (*Srs*) erscheinen als Tešup der Stadt *Ḫi-iš-šá-aš-ḫa-pa* (Nr. 1 Rs. 43) und Tešup der Stadt *Šá-ri-eš-šá* (Nr. 1 Rs. 42; Nr. 4, IV, 8, das danach zu verbessern ist). Die Stadt: Kerekhen (*Krḫn*) findet sich vielleicht wieder in der Nr. 4, IV, 12 genannten Stadt *Ka-ra-aḫ* .... Die: queen of the heavens ist nach Nr. 1 Rs. 46; vgl. Nr. 4, IV, 18, die bekannte Göttin (*il*)*Ḫe-pé bêlit šá-me-e*. Die: gods, lords of swearing werden im Mattiwaza-Vertrag (Rs. 46) in genau derselben Form als *ilâni bêl ma-mi-ti* genannt. Die: mistress of the soil entspricht, wie schon Müller a. a. O. 19 annahm, vielleicht einer *bêlit irṣiti*, also einer Unterwelts-

[1] Zur Doppelgeschlechtigkeit der ḫattischen Sonnengottheit vgl. Ed. Meyer, Reich u. Kultur d. Chetiter 138f.

[2] So wird wohl anstatt *Be-la-ia-ri-ik* des Textes zu lesen sein, weil Nr. 2 Rs. 19 die Schreibung *Be-it-ti-ia-ri-ik* bietet.

göttin, etwa der Eriškigal (die ja zur Amarnazeit in Ägypten bekannt war). Die von Breasted: Teskher (*Tsḫr*), von Müller besser: *ꜣsḫr*[1] gelesene Göttin ist, wie schon Müller a. a. O. 30 sehr richtig erkannt hat, gewiß identisch mit der babylonischen Göttin *Išḫara*, die hier (Nr. 1 Rs. 46; Nr. 4, IV, 17) als *(il)Iš-ḫ[a-ra ša]rrat ma-mi-ti* = Išḫara, die Königin des Eidschwures und (Nr. 1 Rs. 58) als *(il)Iš-ḫa-ra šadê nârâti [bûrê šamê] irṣi-ti* Išḫara der Gebirge, Flüsse, [der Brunnen, des Himmels], der Erde erscheint. Für die eventuelle Herkunft der Göttin aus dem Westen s. Ed. Meyer, GA. I, 2 § 433 A. Den Schluß übersetzt Breasted: the male gods and the female gods of the mountains and the rivers of the land of Egypt, of the heavens, the great sea, the wind and the storms, Müller dagegen: die männlichen und weiblichen Götter, die Berge und Flüsse des Landes Ägypten, der Himmel, der Erdboden, das große Meer, der Wind (?) und die Wolken. Die zweite Übersetzung wird die richtige sein; denn auch in den Ḫatti-Verträgen werden diese Naturgegenstände (im Nominativ) unter den Zeugen aufgezählt; vgl. Nr. 1 Rs. 53; Nr. 4, IV, 36 (wo vor *šadê* ein Teilstrich steht) *šadê nârâti (eprâti) A-AB-BA-GAL ([nâr] Purattu) šá-mu-u ù ir-ṣi-ti šârê úr-pa-du* = Gebirge, Flüsse, (Staub), das große Meer, (der Euphrat), der Himmel und die Erde, die Winde, die Wolken[2].

Die Fluch- und Segensformel bei Brechen bezw. Halten des Vertrages (Breasted, a. a. O. § 387 f.) findet sich ja ähnlich in vielen Urkunden, beschließt aber auch regelmäßig die Ḫatti-Verträge: z. B. Nr. 1 Rs. 58 ff; Nr. 4, IV, 40 ff.

[1] Hr. Geheimrat Borchardt belehrt mich, daß nach der Photographie (Nr. 5447) an erster Stelle wirklich, nicht zu lesen ist.

[2] Hr. Direktor Schäfer bestätigt mir, daß Müllers Übersetzung richtig ist.

Berichtigung.

In der Abhandlung des Hrn. Schuchardt (Graz): Zu den romanischen Benennungen der Milz (Seite 156—170) ist zu lesen:

S. 160 Anm. Z. 4 *nuḫāʿ* statt »*nuḫā*«
18 1883 statt »1888«
38 Camus statt »Carnus«
S. 161 Anm. Z. 17 *ffyrnau* statt »*ffyrnan*«
4 v. u. *garzo* statt »*gazzo*«
S. 162 Z. 17 v. u. Bell., statt »Bell,«
13 v. u. noch statt »nach«
3 v. u. DC. statt »DG.«
S. 163 Z. 13 v. u. } *nuḫāʿ* statt { »*nuḫāʿa*«
3 v. u. } *nuḫāʿ* statt { »*nuḫáʿa*«
S. 165 Z. 25 dem ersteren statt »diesem«.

Ausgegeben am 3. Mai.

1917.

XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. April. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Schuchhardt sprach über die sog. Lausitzer Keramik, ihren Ursprung und ihre Dauer.

Schon in der Steinzeit hat die Mark Brandenburg ihre Kultur ganz von der mittleren Elbe her erhalten. Aus diesen Einflüssen und einem süddeutschen Beitrage ist auch der besondere Stil der Lausitzer Keramik in der mittleren Bronzezeit hervorgegangen; vom Osten her ist gar nichts dazugekommen; was dort an Verwandtem existiert, stammt selbst auch vom Westen und Nordwesten. Der Lausitzer Stil wird nachher langsam beeinflußt durch den auf anderer Grundlage in Schlesien und Posen erwachsenen, zu dem auch die westpreußischen Gesichtsurnen gehören. In langsamer Fortentwicklung, die keinerlei Bruch (Bevölkerungswechsel) erkennen läßt, können wir ihn so bis weit in die römische Kaiserzeit verfolgen und erhalten damit die archäologische Bestätigung zu der aus guter Volksquelle stammenden Überlieferung des Tacitus, daß die Semnonen als Haupt- und Stammvolk der Sueben in diesen Gegenden von alters her eingesessen seien.

2. Hr. Meinecke überreichte sein Buch: Probleme des Weltkriegs (München und Berlin 1917).

Ausgegeben am 3. Mai.



1917.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*1. Hr. von Waldeyer-Hartz sprach über die Entwicklung des Hinterhauptsbeins.

Die neueren Mitteilungen über die Entwicklung des Hinterhauptsbeins werden besprochen und durch eine Reihe vorgelegter Präparate erläutert. Der Zusammenhang der als Os Incae bezeichneten Bildung der Menschen mit dem Interparietale der Tiere erscheint hinreichend begründet.

2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit von Hrn. Prof. Dr. Issai Schur in Berlin vor: Ein Beitrag zur additiven Zahlentheorie und zur Theorie der Kettenbrüche. (Ersch. später.)

In dieser Arbeit wird ein neuer Satz über die additive Zusammensetzung der ganzen Zahlen bewiesen, mit Hilfe dessen die Eigenschaften eines bemerkenswerten speziellen Kettenbruchs untersucht werden. Es wird insbesondere gezeigt, daß dieser Kettenbruch zur Theorie der Thetafunktionen in Beziehung steht.

Ausgegeben am 3. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



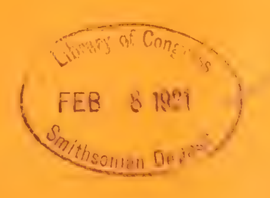
1917 XXIII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

*1. Hr. Hintze sprach über das System der inneren Politik Friedrichs des Großen.

Er behandelte es, wie es sich in dem Politischen Testament von 1768 darstellt, mit besonderer Berücksichtigung der durchgehenden Abhängigkeit dieses Regierungssystems von den äußeren Lebensbedingungen des Staates, die auch nach dem Siebenjährigen Kriege nicht nur die strengste und sparsamste Zusammenfassung aller Kräfte, sondern auch eine Vermehrung der Machtmittel zur unabweisbaren Notwendigkeit machten. Vom Heerwesen ausgehend, wies er diesen Zusammenhang in den Entwürfen zur finanziellen Kriegsbereitschaft, in den Steuer- und Wirtschaftsreformen, in der Bewahrung der alten ständisch gegliederten Gesellschaftsordnung nach. Rechtsschutz und Geistesfreiheit erschienen dabei als Trost- und Heilmittel gegenüber den Härten und Einseitigkeiten des militärisch-merkantilistischen Polizeistaates.

2. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Tom. 5, Fasc. 2 des von der Savigny-Stiftung herausgegebenen Vocabularium Iurisprudentiae Romanae (Berolini 1917), von Hrn. Holl sein Buch: Die Bedeutung der großen Kriege für das religiöse und kirchliche Leben innerhalb des deutschen Protestantismus (Tübingen 1917), das von dem auswärtigen Mitglied Hrn. Vatroslav von Jagić in Wien eingesandte Werk: Supplementum psalterii Bononiensis (Vindobonae 1917) und von Hrn. Erman die 31. wissenschaftliche Veröffentlichung der Deutschen Orient-Gesellschaft: Tell el-Amarna vor der deutschen Ausgrabung im Jahre 1911 von P. Timme (Leipzig 1917).

Ein Beitrag zur additiven Zahlentheorie und zur Theorie der Kettenbrüche.

Von Prof. Dr. I. Schur
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Frobenius am 26. April 1917 [s. oben S. 299].)

Einer der einfachsten und bekanntesten Sätze über die additive Zusammensetzung der ganzen Zahlen ist der von Euler aus der Identität

$$\prod_{\lambda=1}^{\infty}(1+x^{\lambda}) = \frac{1}{\prod_{\mu=0}^{\infty}(1-x^{2\mu+1})} \qquad (|x|<1)$$

abgeleitete Satz: Jede positive ganze Zahl läßt sich ebenso oft in voneinander verschiedene (positive) Summanden zerfällen, als sie in gleiche oder verschiedene ungerade Summanden zerlegt werden kann[1]. Im folgenden will ich zwei neue Sätze beweisen, die von ganz ähnlichem Charakter sind, aber wesentlich tiefer zu liegen scheinen:

I. *Die Anzahl $Z_1(n)$ der Zerlegungen*

$$(1.) \qquad n = b_1 + b_2 + \cdots \qquad (b_{\lambda-1} > b_\lambda + 1\,, \; b_\lambda \geq 1)$$

einer positiven ganzen Zahl n in voneinander verschiedene Summanden mit der Minimaldifferenz 2 ist gleich der Anzahl $F_1(n)$ der Zerlegungen von n in gleiche oder verschiedene Summanden von der Form $5\nu \pm 1$.

II. *Betrachtet man unter den Zerlegungen (1.) nur diejenigen, bei denen alle Summanden mindestens gleich 2 sind, so ist ihre Anzahl $Z_2(n)$ gleich der Anzahl $F_2(n)$ der Zerlegungen von n in gleiche oder verschiedene Summanden von der Form $5\nu \pm 2$.*

Hierbei hat man in allen Fällen auch die Zerlegung $n = n$ mit zu berücksichtigen. Für $n = 9$ hat man z. B. zur Berechnung von $Z_1(n)$ die Zerlegungen

$$9\,,\; 8+1\,,\; 7+2\,,\; 6+3\,,\; 5+3+1$$

[1] Dieser Satz läßt sich auch mit rein arithmetischen Hilfsmitteln leicht beweisen. Vgl. K. Th. Vahlen, Journal f. Math. Bd. 112, S. 1, und P. Bachmann, Additive Zahlentheorie (Leipzig 1910), S. 109.

zu betrachten. Es ist also $Z_1(9) = 5$, $Z_2(9) = 3$. Die zugehörigen Zerlegungen der andern Art sind

$$9\,,\; 6+1+1+1\,,\; 4+4+1\,,\; 4+1+1+1+1+1\,,\; 1+1+\cdots+1\,,$$

bzw.

$$7+2\,,\; 3+3+3\,,\; 3+2+2+2\,.$$

Aus I und II ergibt sich insbesondere, daß stets $F_1(n) \geq F_2(n)$ ist, und daß hier für $n > 3$ das Gleichheitszeichen nicht stehen kann. Auch dies scheint neu und nicht trivial zu sein.

Die beiden zahlentheoretischen Sätze lassen eine einfache analytische Deutung zu:

III. *Setzt man, wenn $x_1, x_2, \cdots$ beliebige komplexe Größen bedeuten,*

$$D(x_1, x_2, x_3, \cdots) = \begin{vmatrix} 1, & x_1, & 0, & 0, \cdots \\ 1, & 1, & x_2, & 0, \cdots \\ 0, & -1, & 1, & x_3, \cdots \\ 0, & 0, & -1, & 1, \cdots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix}$$

und bezeichnet insbesondere die unendliche Determinante $D(x^{\alpha}, x^{\alpha+1}, x^{\alpha+2}, \cdots)$ mit $D_{\alpha}(x)$, so wird für $|x| < 1$

$$D_1(x) = \frac{1}{\prod\limits_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu-4})(1-x^{5\nu-1})}\,, \quad D_2(x) = \frac{1}{\prod\limits_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu-3})(1-x^{5\nu-2})}$$

oder, was dasselbe ist,

$$(2.)\quad \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{\nu})\cdot D_1(x) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^{\lambda}x^{\frac{5\lambda^2-\lambda}{2}}\,, \quad \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{\nu})\cdot D_2(x) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^{\lambda}x^{\frac{5\lambda^2-3\lambda}{2}}\,.$$

Hieraus folgt insbesondere:

IV. *Der Kettenbruch*

$$K(x) = 1 + \frac{x|}{|1} + \frac{x^2|}{|1} + \frac{x^3|}{|1} + \cdots$$

ist für $|x| < 1$ konvergent und läßt folgende Darstellung zu

$$(3.)\quad K(x) = \prod_{\nu=1}^{\infty}\frac{(1-x^{5\nu-3})(1-x^{5\nu-2})}{(1-x^{5\nu-4})(1-x^{5\nu-1})} = \frac{\sum\limits_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^{\lambda}x^{\frac{5\lambda^2-\lambda}{2}}}{\sum\limits_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^{\lambda}x^{\frac{5\lambda^2-3\lambda}{2}}}\,.$$

Bezeichnet man mit $\vartheta(v, \tau)$ die Thetafunktion

$$\vartheta(v, \tau) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^{\lambda}e^{2\lambda\pi i v}e^{\lambda^2\pi i\tau}\,,$$

so läßt sich diese Formel auch in der Gestalt

$$K(x) = \frac{\vartheta\left(\frac{\tau}{4}, \frac{5\tau}{2}\right)}{\vartheta\left(\frac{3\tau}{4}, \frac{5\tau}{2}\right)}, \quad x = e^{\pi\tau i}$$

schreiben.

Für die Gleichungen (2.), aus denen alles übrige folgt, gebe ich zwei Beweise an. Der erste, zahlentheoretische Beweis beruht auf einer ähnlichen Überlegung wie der schöne FRANKLINsche Beweis für die EULERsche Formel[1]

$$(4.)\qquad \psi(x) = \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda x^{\frac{3\lambda^2-\lambda}{2}} \qquad (|x|<1).$$

Der zweite, algebraische Beweis bedient sich eines Kunstgriffs, den GAUSS (Werke Bd. III, S. 461) angewandt hat, um zu der Formel

$$(5.)\quad \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-h^{2\nu})(1-h^{2\nu-1}z^2)(1-h^{2\nu-1}z^{-2}) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda z^{2\lambda}h^{\lambda^2} \qquad (|h|<1, z \neq 0)$$

zu gelangen[2].

Die beim zweiten Beweis benutzten merkwürdigen Identitäten gestatten, noch eine weitere interessante Eigenschaft des Kettenbruchs $K(x)$ abzuleiten.

V. *Ist x eine primitive m-te Einheitswurzel, so ist $K(x)$ divergent oder konvergent, je nachdem m durch 5 teilbar ist oder nicht. Im zweiten Fall unterscheidet sich $K(x)$ von $K(1)$ oder $-K(-1)$ nur um einen Faktor, der eine Potenz von x ist.*

§ 1.

Man setze für $n = 0$

$$Z_\mu(0) = F_\mu(0) = 1 \qquad (\mu = 1, 2)$$

und bilde die Potenzreihen

$$(6.)\qquad \zeta_\mu(x) = \sum_{n=0}^{\infty} Z_\mu(n)x^n, \quad \phi_\mu(x) = \sum_{n=0}^{\infty} F_\mu(n)x^n.$$

Bedeutet $S(n)$ die Anzahl aller Zerlegungen von n in gleiche oder verschiedene Summanden, so wird bekanntlich

[1] J. FRANKLIN, C. R. 92 (1881), S. 448. Vgl. auch P. BACHMANN, a. a. O. S. 163. Einen neuen, recht einfachen Beweis für die EULERsche Formel gebe ich am Schluß des § 4 dieser Arbeit an.

[2] Diese Formel ist bekanntlich eine der Hauptformeln der Theorie der Thetafunktionen.

$$\sum_{n=0}^{\infty} S(n)\, x^n = \frac{1}{\prod\limits_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu)}$$

eine Potenzreihe mit dem Konvergenzradius 1. Da nun jede der Zahlen $Z_\mu(n)$ und $F_\mu(n)$ für jedes n höchstens gleich $S(n)$ ist, so sind die Potenzreihen (6.) für $|x| < 1$ konvergent. Die Sätze I und II besagen nur, daß

$$(7.)\qquad \zeta_1(x) = \phi_1(x)\,,\quad \zeta_2(x) = \phi_2(x)$$

ist.

Die Funktionen $\phi_1(x)$ und $\phi_2(x)$ lassen, wie in bekannter Weise geschlossen wird, die Darstellung

$$(8.)\qquad \phi_1(x) = \frac{1}{\prod\limits_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu-4})(1-x^{5\nu-1})}\,,\quad \phi_2(x) = \frac{1}{\prod\limits_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu-3})(1-x^{5\nu-2})}$$

zu. Daher ist, wenn $\psi(x)$ wie früher das Eulersche Produkt (4.) bedeutet,

$$\psi(x)\,\phi_1(x) = \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu})(1-x^{5\nu-3})(1-x^{5\nu-2})\,.$$

$$\psi(x)\,\phi_2(x) = \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^{5\nu})(1-x^{5\nu-4})(1-x^{5\nu-1})\,.$$

Setzt man nun in (5.) $h = x^{\frac{5}{2}}$, $z = x^{\frac{1}{4}}$ oder $h = x^{\frac{5}{2}}$, $z = x^{\frac{3}{4}}$, so erhält man

$$(8'.)\quad \begin{cases} \psi(x)\phi_1(x) = \sum\limits_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda x^{\frac{5\lambda^2-\lambda}{2}} = 1 - x^2 - x^3 + x^9 + x^{11} - x^{21} - x^{24} + \cdots \\ \psi(x)\phi_2(x) = \sum\limits_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda x^{\frac{5\lambda^2-3\lambda}{2}} = 1 - x - x^4 + x^7 + x^{13} - x^{18} - x^{27} + \cdots \end{cases}$$

Um also (7.) zu beweisen, hat man nur zu zeigen, daß auch

$$(9.)\qquad \psi(x)\zeta_\mu(x) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda x^{\frac{5\lambda^2-(2\mu-1)\lambda}{2}} \qquad (\mu = 1, 2)$$

ist.

Daß die Funktionen $\zeta_1(x)$ und $\zeta_2(x)$ (für $|x| < 1$) mit den in der Einleitung eingeführten unendlichen Determinanten $D_1(x)$ und $D_2(x)$ übereinstimmen, erkennt man folgendermaßen. Setzt man

$$D(x_1, x_2, \cdots, x_m) = \begin{vmatrix} 1, & x_1, & 0, & \cdots, & 0, & 0 \\ -1, & 1, & x_2, & \cdots, & 0, & 0 \\ 0, & -1, & 1, & \cdots, & 0, & 0 \\ . & . & . & . & . & . \\ 0, & 0, & 0, & \cdots, & 1, & x_m \\ 0, & 0, & 0, & \cdots, & -1, & 1 \end{vmatrix},$$

so wird

$$D(x_1, x_2, \cdots, x_m) = D(x_1, x_2, \cdots, x_{m-1}) + x_m D(x_1, x_2, \cdots, x_{m-2}).$$

Hieraus folgt, daß diese Determinante die Form

$$1 + \sum x_\alpha + \sum x_\alpha x_\beta + \sum x_\alpha x_\beta x_\gamma + \cdots$$

hat, wobei die Indizes der Reihe $1, 2, \cdots, m$ angehören und noch den Bedingungen

$$\beta - \alpha \geqq 2, \quad \gamma - \beta \geqq 2, \cdots$$

zu genügen haben. Bezeichnet man mit $Z(n, m)$ die Anzahl der Glieder, bei denen die Summe des Indizes gleich n ist, so wird offenbar für $m \geqq n$

$$Z(n, m) = Z_1(n).$$

Insbesondere erhält die Determinante

$$P_m = D(x, x^2, \cdots, x^m)$$

die Form

$$P_m = 1 + \sum_{n=1}^{m} Z_1(n) x^n + \sum_r Z(r, m) x^r \quad \left(m + 1 \leqq r \leqq \frac{(m+1)^2}{4}\right).$$

Da nun $Z(r, m) \leqq Z_1(r)$ ist, so wird für $|x| < 1$

$$|\zeta_1(x) - P_m| < 2 \sum_{r=m+1}^{\infty} Z_1(r) |x|^r.$$

Hieraus folgt

$$\zeta_1(x) = \lim_{m=\infty} P_m = D_1(x).$$

In derselben Weise beweist man, daß $\zeta_2(x) = D_2(x)$ ist.

Daß die Determinanten $D_1(x)$ und $D_2(x)$ für $|x| < 1$ konvergent sind, folgt auch aus einem bekannten, leicht zu beweisenden Satze[1], der besagt, daß die unendliche Determinante $D(x_1, x_2, x_3, \cdots)$ stets konvergent ist, wenn die Reihe $\sum x_\nu$ absolut konvergent ist. Insbesondere stellt die Determinante

$$\Delta(z, x) = D(z, zx, zx^2, \cdots)$$

für jedes feste z eine im Kreise $|x| < 1$ reguläre Funktion von x und für jedes feste x im Innern dieses Kreises eine ganze transzendente Funktion von z dar. Entwickelt man diese Determinante nach den Elementen der ersten Zeile, so ergibt sich

$$\Delta(z, x) = \Delta(zx, x) + z\Delta(zx^2, x).$$

Ist daher

$$\Delta(z, x) = X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \cdots.$$

[1] Vgl. Perron, Die Lehre von den Kettenbrüchen (Leipzig und Berlin 1913), S. 345.

so wird

$$X_n = x^n X_n + x^{2n-2} X_{n-1}.$$

Hieraus folgt, da $X_0 = 1$ ist,

$$X_n = \frac{x^{n^2-n}}{(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^n)}.$$

Insbesondere erhält man für die Funktionen $\zeta_1(x)$ und $\zeta_2(x)$ die Darstellung

$$\zeta_\mu(x) = D_\mu(x) = \Delta(x^\mu, x) = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{n^2+(\mu-1)n}}{(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^n)}.$$

§ 2.

Wir wenden uns nun zum Beweis der Formeln (9.). Denkt man sich die Funktion

$$\psi(x)\zeta_\mu(x) = \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu)\cdot\sum_{n=0}^{\infty} Z_\mu(n)x^n$$

nach Potenzen von x entwickelt, und bezeichnet man den Koeffizienten von x^n mit $U_\mu(n)$, so läßt sich diese Zahl in ähnlicher Weise, wie Legendre das für die Entwicklungskoeffizienten der Funktion $\psi(x)$ getan hat, folgendermaßen deuten: Man denke sich n auf alle möglichen Arten in der Form

$$n = \sum_{\varkappa=1}^{k} a_\varkappa + \sum_{\lambda=1}^{l} b_\lambda \qquad (k, l = 0, 1, 2, \cdots) \tag{10.}$$

zerlegt, wobei die positiven ganzzahligen Summanden $a_\varkappa$ und b_λ den Bedingungen

$$a_{\varkappa-1} > a_\varkappa,\quad b_{\lambda-1} > b_\lambda + 1,\quad a_k \geq 1,\quad b_l \geq \mu \tag{11.}$$

genügen sollen. Eine solche Zerlegung nenne man *gerade* oder *ungerade*, je nachdem k gerade oder ungerade ist. Dann ist $U_\mu(n)$ der *Überschuß der Anzahl der geraden Zerlegungen über die der ungeraden.* Hierbei sind auch diejenigen Zerlegungen (10.) zu berücksichtigen, bei denen k oder l gleich Null wird, d. h. entweder kein $a_\varkappa$ oder kein b_λ vorkommt. Was wir zu zeigen haben, ist nun, daß $U_\mu(n)$ gleich $(-1)^\lambda$ oder 0 ist, je nachdem n die Form

$$n = \frac{5\lambda^2 - (2\mu-1)\lambda}{2} \tag{12.}$$

hat oder nicht.

Im folgenden denke ich mir n und μ festgehalten und bezeichne eine Lösung der Relationen (10.) und (11.) mit

$$L = (a_1, a_2, \cdots, a_k \,|\, b_1, b_2, \cdots, b_l). \tag{13.}$$

Ich schreibe auch $L = (A \mid B)$, wobei A und B die Zahlengruppen $(a_1, a_2, \cdots a_k)$ und $(b_1, b_2, \cdots, b_l)$ kennzeichnen sollen. Ist hierbei k oder l gleich 0, so setze ich

$$L = (- \mid b_1, b_2, \cdots, b_l) \text{ oder } L = (a_1, a_2, \cdots, a_k \mid -).$$

Für $n = 3$, $\mu = 1$ hat man z. B. die fünf Lösungen

$$(3 \mid -), \ (2, 1 \mid -), \ (2 \mid 1), \ (1 \mid 2), \ (- \mid 3).$$

Hiervon sind die zweite und die letzte gerade, die übrigen ungerade, also $U_1(3) = 2 - 3 = -1$.

Jeder Lösung (13.) ordne ich drei *charakteristische Zahlen* p, q, r zu. Hierbei soll p für $k = 0$ gleich 0 und für $k > 0$ gleich a_k sein. Unter q verstehe ich die größte Zahl, für die

$$a_1 - a_2 = a_2 - a_3 = \cdots = a_{q-1} - a_q = 1$$

wird. Ebenso soll r die größte Zahl angeben, für die

$$b_1 - b_2 = b_2 - b_3 = \cdots = b_{r-1} - b_r = 2$$

wird. Ich drücke das auch kurz aus, indem ich sage, daß q und r die Gliederanzahlen in den *größten Sequenzen* angeben, mit denen die zur Lösung gehörenden Zahlengruppen A und B beginnen. Ist insbesondere k (bzw. l) gleich 0 oder 1, so hat man auch q (bzw. r) gleich 0 oder 1 zu setzen.

Bei der Berechnung der Zahl $U_\mu(n)$ kann man in der Gesamtheit $\mathfrak{S}$ aller zu n und μ gehörenden Lösungen jedes Paar von Lösungen außer acht lassen, wenn eine von ihnen gerade, die andere ungerade ist. Von zwei solchen Lösungen sage ich, sie seien *einander entgegengesetzt*. Es handelt sich für uns nun darum zu zeigen, daß man von $\mathfrak{S}$ so viele Paare entgegengesetzter Lösungen fortlassen kann, daß entweder keine Lösung oder nur eine übrigbleibt. Im ersten Fall wird $U_\mu(n)$ gleich 0, im zweiten gleich ± 1, je nachdem in der übriggebliebenen Lösung k gerade oder ungerade ist. Der zweite Fall soll hierbei dann und nur dann eintreten, wenn n die Form (12.) hat, und es soll alsdann $k \equiv \lambda \pmod{2}$ sein. Da für $n \leq 4$ die Werte von $U_\mu(n)$ leicht direkt zu berechnen sind, kann im folgenden von diesen Fällen abgesehen werden.

§ 3.

Man betrachte zunächst diejenigen Lösungen (13.), bei denen $b_1 > a_1$ oder $k = 0$ ist. Einer solchen Lösung L ordne ich die ihr entgegengesetzte Lösung

$$L' = (b_1, a_1, a_2, \cdots, a_k \mid b_2, b_3, \cdots, b_l)$$

zu. Auf diese Weise gewinnen wir (für $n > 1$) alle Lösungen $L' = (a_1', a_2', \cdots, a_k' | b_1', b_2', \cdots, b_l')$, für die $a_1' > b_1' + 1$ oder $l = 0$ ist, und jede nur einmal. Lassen wir nun diese Paare L, L' fort, so zerfallen die übriggebliebenen Lösungen in zwei Komplexe $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$. *Der Komplex $\mathfrak{A}$ umfaßt alle Lösungen, die der Bedingung $b_1 = a_1$ genügen, der Komplex $\mathfrak{B}$ dagegen die Lösungen, bei denen $b_1 = a_1 - 1 \geqq 1$ ist.* Für $n > 4$ sind (auch für $\mu = 2$) sowohl in $\mathfrak{A}$ als auch in $\mathfrak{B}$ Lösungen enthalten, und für jede derartige Lösung ist keine der charakteristischen Zahlen p, q, r gleich 0.

Die Lösungen (Elemente) von $\mathfrak{A}$ teile ich nun in Teilkomplexe

$$\mathfrak{A}_{\nu 1}, \mathfrak{A}_{\nu 2}, \mathfrak{A}_{\nu 3}, \qquad (\nu = 1, 2, 3, \cdots)$$

die dadurch gekennzeichnet sind, daß die zugehörigen charakteristischen Zahlen den Bedingungen

$$\begin{array}{ll} (\mathfrak{A}_{\nu 1}) & p = \nu, \; q \geqq \nu, \; r \geqq \nu \\ (\mathfrak{A}_{\nu 2}) & p > \nu, \; q \geqq \nu, \; r = \nu \\ (\mathfrak{A}_{\nu 3}) & p > \nu, \; q = \nu, \; r > \nu \end{array}$$

genügen. Ebenso teile ich die Elemente von $\mathfrak{B}$ in die Teilkomplexe

$$\mathfrak{B}_{\nu 1}, \mathfrak{B}_{\nu 2}, \mathfrak{B}_{\nu 3} \qquad (\nu = 1, 2, 3, \cdots)$$

unter Zugrundelegung der (etwas abgeänderten) Bedingungen

$$\begin{array}{ll} (\mathfrak{B}_{\nu 1}) & p > \nu, \; q = \nu, \; r \geqq \nu \\ (\mathfrak{B}_{\nu 2}) & p = \nu, \; q \geqq \nu, \; r \geqq \nu \\ (\mathfrak{B}_{\nu 3}) & p > \nu, \; q > \nu, \; r = \nu. \end{array}$$

Enthält einer der Komplexe $\mathfrak{A}_{\nu\lambda}, \mathfrak{B}_{\nu\lambda}$ keine Lösung, so sage ich, er sei gleich Null.

Diese Einteilung läßt sich geometrisch interpretieren. Bezieht man die Punkte im dreidimensionalen Raume auf ein System Kartesischer Koordinaten x, y, z, so entsprechen den in Betracht zu ziehenden Zahlentripeln p, q, r gewisse Gitterpunkte, die in unserem Falle im Innern des ersten Oktanten liegen. Man erhält nun alle diese Gitterpunkte, indem man für $\nu = 1, 2, 3, \cdots$ diejenigen aufsucht, die in den vom Punkte (ν, ν, ν) ausgehenden drei Ebenenquadranten $x = \nu, y = \nu, z = \nu$ liegen. Hierbei hat man aber die auf den zugehörigen drei Schnittgeraden gelegenen Gitterpunkte nur einmal zu zählen, und hierzu hat man eine Festsetzung darüber zu treffen, zu welcher der drei Ebenen jede dieser Geraden gerechnet werden soll. Dies geschieht hier nun so, daß bei beiden Komplexen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ die Schnittgeraden $x = \nu$, $y = \nu$ und $x = \nu$, $z = \nu$ als zur Ebene $x = \nu$ gehörend angesehen werden. Die dritte Gerade $y = \nu$, $z = \nu$ wird aber (den Punkt (ν, ν, ν) ausgenommen) bei $\mathfrak{A}$ zur Ebene $z = \nu$ und bei $\mathfrak{B}$ zur Ebene

$y = \nu$ gerechnet. Der Grund für die hier gewählte Numerierung der Teilkomplexe $\mathfrak{B}_{\nu\varrho}$ wird später deutlich werden.

Eine Lösung

$$L = (A \mid B), \; A = (a_1, a_2, \cdots, a_k), \; B = (b_1, b_1, \cdots, b_l)$$

bezeichne ich mit $P_{\nu\varrho}$ oder $Q_{\nu\varrho}$, je nachdem sie zu $\mathfrak{A}_{\nu\varrho}$ oder $\mathfrak{B}_{\nu\varrho}$ gehört. Es ist nun folgendes zu beachten: In jedem Element $P_{\nu 2}$ ist $b_\nu > 1$, denn für $b_\nu = 1$ müßte wegen $p = \nu$

$$B = (2\nu - 1, 2\nu - 3, \cdots, 3, 1)$$

sein. Also wäre auch $a_1 = b_1 = 2\nu - 1$ und A könnte nicht, wie das sein soll, mit einer mindestens ν-gliedrigen Sequenz beginnen, deren letztes Glied größer als ν ist. In einem Element $P_{\nu 3}$ ist ferner $a_\nu > 1$, weil $p > \nu \geq 1$ sein soll. In ähnlicher Weise erkennt man, daß für $L = Q_{\nu 1}$ stets $a_\nu > 1$, für $L = Q_{\nu 2}$ stets $k > \nu$ und für $L = Q_{\nu 3}$ stets $b_\nu > 1$ sein muß. Z. B. kann im zweiten Fall nicht $k = \nu$ sein, weil sonst wegen $p = \nu, q \geq \nu$

$$A = (2\nu - 1, 2\nu - 2, \cdots, \nu + 1, \nu)$$

sein müßte. Es wäre also $b_1 = a_1 - 1 = 2\nu - 2$ und $B = (2\nu - 2, 2\nu - 4, \cdots)$ könnte nicht mit einer mindestens ν-gliedrigen Sequenz beginnen.

Ich werde nun, abgesehen von später zu nennenden Ausnahmefällen, jeder Lösung L von $\mathfrak{A}$ eine ihr entgegengesetzte Lösung L' von $\mathfrak{B}$ und umgekehrt zuordnen. Für jedes ν sind hierbei den sechs Komplexen $\mathfrak{A}_{\nu\varrho}$ und $\mathfrak{B}_{\nu\varrho}$ entsprechend sechs verschiedene Fälle zu unterscheiden. Ich setze nämlich

$$(14_1) \quad P'_{\nu 1} = (a_1 + 1, a_2 + 1, \cdots, a_\nu + 1, a_{\nu+1}, \cdots, a_{k-1} \mid b_1, b_2, \cdots, b_l)$$

$$(14_2) \quad P'_{\nu 2} = (a_1, a_2, \cdots, a_k, \nu \mid b_1 - 1, b_2 - 1, \cdots, b_\nu - 1, b_{\nu+1}, \cdots, b_l)$$

$$(14_3) \quad P'_{\nu 3} = (b_1, a_1 - 1, a_2 - 1, \cdots, a_\nu - 1, a_{\nu+1}, \cdots, a_k \mid b_2 + 1, \; b_3 + 1, \cdots, b_{\nu+1} + 1, b_{\nu+2}, \cdots, b_l)$$

$$(14_4) \quad Q'_{\nu 1} = (a_1 - 1, a_2 - 1, \cdots, a_\nu - 1, a_{\nu+1}, \cdots, a_k, \nu \mid b_1, b_2, \cdots, b_l)$$

$$(14_5) \quad Q'_{\nu 2} = (a_1, a_2, \cdots, a_{k-1} \mid b_1 + 1, b_2 + 1, \cdots, b_\nu + 1, b_{\nu+1}, \cdots, b_l)$$

$$(14_6) \quad Q'_{\nu 3} = (a_2 + 1, a_3 + 1, \cdots, a_{\nu+1} + 1, a_{\nu+2}, \cdots, a_k \mid a_1, b_1 - 1, \; b_2 - 1, \cdots, b_\nu - 1, b_{\nu+1}, \cdots, b_l).$$

Hierbei gehört, wie man leicht erkennt, $P'_{\nu\varrho}$ stets zu $\mathfrak{B}_{\nu\varrho}$ und $Q'_{\nu\varrho}$ zu $\mathfrak{A}_{\nu\varrho}$. In allen Fällen sind L und L' einander entgegengesetzt, ferner ist stets $(L')' = L$. Außerdem sind, wenn L_1 und L_2 zwei verschiedene Lösungen sind, auch L'_1 und L'_2 voneinander verschieden.

Läßt man die so zu bildenden Paare entgegengesetzter Lösungen L, L' außer acht, so bleiben nur diejenigen Lösungen übrig, bei denen

die mit ihnen vorzunehmenden Operationen (14_1)—(14_6) versagen. Es sind also sechs Fälle zu unterscheiden, wobei auch noch die beiden Möglichkeiten $\mu = 1$ und $\mu = 2$ zu berücksichtigen sind.

1. Die Operation (14_1) versagt nur, wenn $k = \nu$ ist. Dann wird wegen $p = \nu$, $q > \nu$

$$A = (2\nu - 1, 2\nu - 2, \cdots, \nu + 1, \nu)$$

und, da $b_1 = a_1$, $r \geq \nu$ sein soll,

$$B = (2\nu - 1, 2\nu - 3, \cdots, 3, 1).$$

Folglich wird

$$(15.) \qquad n = (2\nu - 1 + 2\nu - 2 + \cdots + \nu) + (2\nu - 1 + 2\nu - 3 + \cdots + 1) = \frac{5\nu^2 - \nu}{2}.$$

Dieser Fall kommt wegen $b_l = 1$ nur für $\mu = 1$ in Betracht.

2. Da für $L = P_{\nu 2}$, wie schon erwähnt wurde, $b_\nu > 1$ ist, so läßt sich $P'_{\nu 2}$ nur in dem Falle $\mu = 2$, $b_\nu = 2$ nicht bilden. Dann wird aber wegen $r = \nu$

$$B = (2\nu, 2\nu - 2, \cdots, 4, 2)$$

und aus $b_1 = a_1$, $p > \nu$, $q \geq \nu$ folgt

$$A = (2\nu, 2\nu - 1, \cdots, \nu + 2, \nu + 1),$$

also

$$(16.) \qquad n = (2\nu + 2\nu - 1 + \cdots + \nu + 1) + (2\nu + 2\nu - 2 + \cdots + 2) = \frac{5\nu^2 + 3\nu}{2}.$$

3. Die Operation (14_3) versagt (wegen $a_\nu > 1$) niemals.

4. Die Lösung $Q'_{\nu 1}$ kann nur dann nicht gebildet werden, wenn $k = \nu$ und $a_\nu - 1 = \nu$ ist. Dann wird wegen $q = \nu$

$$A = (2\nu, 2\nu - 1, \cdots, \nu + 2, \nu + 1),$$

und hieraus folgt wegen $b_1 = a_1 - 1$, $r > \nu$

$$B = (2\nu - 1, 2\nu - 3, \cdots, 3, 1),$$

also

$$(17.) \qquad n = (2\nu + 2\nu - 1 + \cdots + \nu + 1) + (2\nu - 1 + 2\nu - 3 + \cdots + 1) = \frac{5\nu^2 + \nu}{2}.$$

Auch hier muß wie beim Falle 1 wegen $b_l = 1$ auch $\mu = 1$ sein.

5. Beachtet man, daß für $L = Q_{\nu 2}$ stets $k > \nu$ wird (vgl. S. 310), so erkennt man, daß die Operation (14_5) niemals versagt.

6. Die Operation (14_6) versagt (wegen $b_\nu > 1$) nur dann, wenn $\mu = 2$, $b_\nu = 2$ ist. Wie beim Falle 2 wird dann wegen $r = \nu$

$$B = (2\nu, 2\nu - 2, \cdots, 4, 2)$$

und, weil $b_1 = a_1 - 1$, $p > \nu$, $q > \nu$ sein soll,

$$A = (2\nu + 1, 2\nu, \cdots, \nu + 2, \nu + 1).$$

Die Zahl n hat daher die Form

$$(18.)\quad n = (2\nu + 1 + 2\nu + \cdots + \nu + 1) + (2\nu + 2\nu - 2 + \cdots + 2) = \frac{5(\nu+1)^2 - 3(\nu+1)}{2}.$$

Da nun für ein gegebenes n höchstens nur eine der Gleichungen (15.) — (18.) und nur für einen Wert von ν bestehen kann, so zeigt diese Betrachtung, daß nach Fortlassung der Paare L, L' entweder keine oder nur eine Lösung übrigbleibt. Bei festgehaltenem μ tritt der zweite Fall dann und nur dann ein, wenn n von der Form

$$\frac{5\lambda^2 - (2\mu - 1)\lambda}{2}$$

ist, und hierbei wird in der übrigbleibenden Lösung $k \equiv \lambda \pmod{2}$. Dies ist aber genau das, was wir zu beweisen hatten.

§ 4.

Auf kürzerem Wege gelangt man zu den Gleichungen (9.) oder, was dasselbe ist, zu den Gleichungen (2.) in folgender Weise.

Setzt man

$$a_\lambda = \frac{5\lambda^2 - \lambda}{2}, \quad b_\lambda = \frac{5\lambda^2 - 3\lambda}{2},$$

so lassen sich diese Gleichungen in der Form

$$(19.)\quad \prod_{\nu=1}^{\infty} (1 - x^\nu) \cdot D_1(x) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty} (-1)^\lambda x^{a_\lambda}, \quad \prod_{\nu=1}^{\infty} (1 - x^\nu) \cdot D_2(x) = \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} (-1)^\lambda x^{b_\lambda}$$

schreiben. Unter $D(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ verstehe man die in § 1 eingeführte Determinante und setze

$$P_n = D(x, x^2, \cdots, x^n), \quad Q_n = D(x^2, x^3, \cdots, x^n), \quad P_0 = Q_0 = Q_1 = 1.$$

Diese Polynome sind dadurch eindeutig charakterisiert, daß sie der Rekursionsformel

$$(20.)\quad R_n = R_{n-1} + x^n R_{n-2}$$

genügen und

$$P_0 = 1, \; P_1 = 1 + x, \; Q_0 = 1, \; Q_1 = 1$$

ist. Für jeden Wert von k und für alle genügend großen Werte von n stimmen P_n und Q_n mit den Potenzreihen $D_1(x)$ und $D_2(x)$ in den Koeffizienten von $1, x, x^2, \cdots, x^k$ überein. Um nun die Formeln (19.) zu beweisen, genügt es offenbar, für jedes n zwei Gleichungen der Form

$$(21.)\quad P_n = \sum_{\lambda=-r}^{r} (-1)^\lambda x^{a_\lambda} A_n^{(\lambda)}, \quad Q_n = \sum_{\lambda=-s}^{s} (-1)^\lambda x^{b_\lambda} B_n^{(\lambda)}$$

aufzustellen, wo r und s zugleich mit n über alle Grenzen wachsen, und $A_n^{(\lambda)}$, $B_n^{(\lambda)}$ Polynome bedeuten, für die sich eine ebenfalls zugleich mit n ins Unendliche wachsende Zahl $k < n$ derart angeben läßt, daß für jedes λ die Entwicklungen von

$$(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^k)\cdot A_n^{(\lambda)}, \quad (1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^k)\cdot B_n^{(\lambda)}$$

nach Potenzen von x die Form

$$1+cx^{k-a_\lambda+1}+c'x^{k-a_\lambda+2}+\cdots, \quad \text{bzw. } 1+dx^{k-b_\lambda+1}+d'x^{k-b_\lambda+2}+\cdots$$

erhalten. Denn ist dies der Fall, so stimmen die Polynome

$$(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^k)P_n, \quad (1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^k)Q_n$$

und folglich auch die Potenzreihen

$$\prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu)\cdot D_1(x), \quad \prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu)\cdot D_2(x)$$

in den Koeffizienten von $1, x, x^2, \ldots, x^k$ mit den Potenzreihen $\sum(-1)^\lambda x^{a_\lambda}$ und $\sum(-1)^\lambda x^{b_\lambda}$ überein. Hieraus folgt, da k beliebig großer Werte fähig sein soll, daß sie in allen Gliedern übereinstimmen müssen[1].

Um nun zu Relationen von der Form (21.) zu gelangen, setze man, wenn k und l zwei ganze Zahlen bedeuten, für $l > 0$

$$\begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} = \frac{(1-x^k)(1-x^{k-1})\cdots(1-x^{k-l+1})}{(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^l)} \tag{22.}$$

und für $l \leq 0$

$$\begin{bmatrix} k \\ 0 \end{bmatrix} = 1, \quad \begin{bmatrix} k \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k \\ -2 \end{bmatrix} = \cdots = 0. \tag{23.}$$

Es wird dann stets

$$\begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k-1 \\ l-1 \end{bmatrix} + x^l \begin{bmatrix} k-1 \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k-1 \\ l \end{bmatrix} + x^{k-l} \begin{bmatrix} k-1 \\ l-1 \end{bmatrix} \tag{24.}$$

und für $k \geq 0$

$$\begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k \\ k-l \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} k \\ k+m \end{bmatrix} = 0 \qquad (m = 1, 2, \cdots). \tag{25.}$$

Aus (24.) folgt, daß der Ausdruck (22.) für positive Werte von k und l eine *ganze* rationale Funktion von x darstellt[2].

---

[1] Eine ähnliche Überlegung liegt dem in der Einleitung erwähnten Gaussschen Beweis für die Formel (5.) zugrunde.

[2] Diese Ausdrücke hat Gauss (Summatio quarundam serierum singularium, Werke Bd. II, S. 16) eingeführt. Er bezeichnet sie dort mit (k, l). Die hier gewählte Bezeichnung läßt die enge Verwandtschaft dieser Ausdrücke mit den Binomialkoeffizienten deutlicher hervortreten.

Mit Hilfe dieser Ausdrücke bilde ich die neuen Ausdrücke

$$F^{(0)}(k,l) = \begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} - x^{k-2l+2}\begin{bmatrix} k \\ l-2 \end{bmatrix}, \quad F^{(1)}(k,l) = \begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} - x^{k-2l+3}\begin{bmatrix} k \\ l-3 \end{bmatrix}.$$

Aus (24.) folgt dann leicht

$$(26.) \qquad F^{(0)}(k,l) = F^{(1)}(k-1,l) + x^{k-1}F^{(0)}(k-2,l-1)$$

Ist nun n eine ganze Zahl, so sei

$$\varepsilon = \varepsilon_n = \frac{1-(-1)^n}{2}, \quad \nu = \nu_n = \frac{n+\varepsilon}{2}.$$

Setzt man dann, wenn α und β irgendwelche (von n unabhängige) ganze Zahlen sind,

$$F_n = F^{(\varepsilon)}(n+1, \nu-\alpha), \quad G_n = F^{(1-\varepsilon)}(n+1, \nu-\varepsilon-\beta),$$

so wird, weil $\varepsilon_{n-1} = 1-\varepsilon_n$, $\nu_{n-1} = \nu_n - \varepsilon_n$ ist,

$$F_{n-1} = F^{(1-\varepsilon)}(n, \nu-\varepsilon-\alpha), \quad G_{n-1} = F^{(\varepsilon)}(n, \nu-1-\beta),$$
$$F_{n-2} = F^{(\varepsilon)}(n-1, \nu-1-\alpha), \quad G_{n-2} = F^{(1-\varepsilon)}(n-1, \nu-\varepsilon-1-\beta).$$

Aus (26.) folgt daher, daß für ein gerades n

$$F_n = F_{n-1} + x^n F_{n-2}$$

und für ein ungerades n

$$G_n = G_{n-1} + x^n G_{n-2}$$

wird. Sind nun α_λ und β_λ zwei Folgen ganzer Zahlen, die mit wachsendem λ von einer gewissen Stelle beständig größer werden, so genügt *ein Ausdruck der Form*

$$R_n = \sum_{\lambda=0}^{\infty} f_\lambda F^{(\varepsilon)}(n+1, \nu-\alpha_\lambda)$$
$$= \sum_{\lambda=0}^{\infty}\left\{ f_\lambda \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_\lambda \end{bmatrix} - f_\lambda x^{2\alpha_\lambda+3}\begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-2-\varepsilon-\alpha_\lambda \end{bmatrix}\right\}$$

für jedes n der Rekursionsformel (20.), *wenn er sich gleichzeitig auch auf die Form*

$$R_n = \sum_{\lambda=0}^{\infty} g_\lambda F^{(1-\varepsilon)}(n+1, \nu-\varepsilon-\beta_\lambda)$$
$$= \sum_{\lambda=0}^{\infty}\left\{ g_\lambda \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\varepsilon-\beta_\lambda \end{bmatrix} - g_\lambda x^{2\beta_\lambda+3}\begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-3-\beta_\lambda \end{bmatrix}\right\}$$

bringen läßt. Hierbei können f_λ und g_λ beliebige (von n unabhängige) Funktionen von x sein[1].

[1] Zu beachten ist, daß die hier auftretenden Summen unter den über die α_λ, β_λ gemachten Voraussetzungen wegen (23.) von selbst abbrechen.

Die Summe R_n hat gewiß die verlangte Eigenschaft, wenn die Gleichungen

$$f_0 \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_0 \end{bmatrix} = g_0 \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\varepsilon-\beta_0 \end{bmatrix},$$

$$f_{\lambda+1} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_{\lambda+1} \end{bmatrix} = -g_\lambda x^{2\beta_\lambda+1} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-3-\beta_\lambda \end{bmatrix}, \quad g_{\lambda+1} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\varepsilon-\beta_{\lambda+1} \end{bmatrix} = -f_\lambda x^{2\alpha_\lambda+3} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-2-\varepsilon-\alpha_\lambda \end{bmatrix}$$

bestehen. Da nun $n+1 = 2\nu+1-\varepsilon$ und wegen (25.)

$$\begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_\lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\varepsilon+\alpha_\lambda+1 \end{bmatrix}$$

ist, so sind diese Bedingungen jedenfalls erfüllt, wenn

$$\alpha_0+\beta_0+1 = 0, \quad \alpha_{\lambda+1} = \beta_\lambda+3, \quad \beta_{\lambda+1} = \alpha_\lambda+2$$

und

$$f_0 = g_0 = 1, \quad f_{\lambda+1} = -x^{2\beta_\lambda+1} g_\lambda, \quad g_{\lambda+1} = -x^{2\alpha_\lambda+3} f_\lambda$$

wird. Eine einfache Rechnung lehrt, daß dann insbesondere

(27.) $$\alpha_{2\mu} = 5\mu+\alpha_0, \quad \alpha_{2\mu+1} = 5\mu+2-\alpha_0$$

und

$$f_\lambda = (-1)^\lambda x^{c_\lambda}, \quad f_\lambda \cdot x^{2\alpha_\lambda+3} = (-1)^\lambda x^{[illegible]}$$

wird. Hierbei ist

$$\sigma = (-1)^{\lambda-1}, \quad c_\lambda = \frac{5\lambda^2 + [illegible]}{2} - 2\alpha_0\lambda$$

zu setzen. Unter Benutzung dieser Bezeichnungen läßt sich die Summe R_n auf die Form

$$R_n^{(\alpha_0)} = \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_0 \end{bmatrix} + \sum_{\lambda=1}^{\infty} (-1)^\lambda \left\{ x^{c_\lambda} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\alpha_\lambda \end{bmatrix} + x^{[illegible]} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-2-\varepsilon-\alpha_{\lambda-1} \end{bmatrix} \right\}.$$

bringen. *Dieser Ausdruck, in dem die α_λ mit Hilfe der Gleichungen* (27.) *zu berechnen sind, genügt demnach für jeden ganzzahligen Wert von α_0 der Rekursionsformel* (20.).

Insbesondere wird für $\alpha_0 = 0$ und $\alpha_0 = -1$[1]

$$R_0^{(0)} = P_0, \quad R_1^{(0)} = P_1, \quad R_0^{(-1)} = Q_0, \quad R_1^{(-1)} = Q_1.$$

Daher ist auch für jeden anderen Wert von n

(28.) $$P_n = R_n^{(0)}, \quad Q_n = R_n^{(-1)}.$$

Die sich so ergebenden merkwürdigen Identitäten lassen sich auch in der Form

[1] Die anderen Werte von α_0 liefern nichts Neues. Ist insbesondere $4\alpha_0+1$ durch 5 teilbar, so wird $R_n^{(\alpha_0)} = 0$.

$$(29.)\quad P_n = \sum_{\lambda=-r}^{r} (-1)^\lambda x^{a_\lambda} \begin{bmatrix} n+1 \\ p_\lambda \end{bmatrix}, \quad Q_n = \sum_{\lambda=-s}^{s} (-1)^\lambda x^{b_\lambda} \begin{bmatrix} n+1 \\ q_\lambda \end{bmatrix}$$

schreiben, wobei

$$p_\lambda = \left[\frac{n+1+5\lambda}{2}\right], \quad q_\lambda = \left[\frac{n-5\lambda}{2}\right], \quad r = \left[\frac{n+2}{5}\right], \quad s = \left[\frac{n+3}{5}\right]$$

zu setzen ist[1]. Auf diese elegante Schreibweise für die Formeln (28.) hat mich Hr. G. Frobenius in freundlicher Weise aufmerksam gemacht.

Man erkennt nun leicht, daß für diese Gleichungen die Bedingungen erfüllt sind, denen die Gleichungen (29.) zu genügen hatten. Die Grundformeln (19.) sind damit aufs neue bewiesen.

Betrachtet man an Stelle der Gleichung (26.) die ebenfalls leicht zu beweisende Formel

$$\begin{bmatrix} k \\ l \end{bmatrix} - x^{k-2l+1} \begin{bmatrix} k \\ l-1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k-1 \\ l \end{bmatrix} - x^{k-2l+1} \begin{bmatrix} k-1 \\ l-2 \end{bmatrix},$$

so wird man in ganz ähnlicher Weise auf die Summe

$$S_n^{(\gamma_0)} = \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\gamma_0 \end{bmatrix} + \sum_{\lambda=1}^{\infty} (-1)^\lambda \left\{ x^{d_{\sigma\lambda}} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-\gamma_\lambda \end{bmatrix} + x^{d_{-\sigma\lambda}} \begin{bmatrix} n+1 \\ \nu-1-\varepsilon-\gamma_{\lambda-1} \end{bmatrix} \right.$$

geführt, wobei wieder $\sigma = (-1)^{\lambda-1}$ und

$$\gamma_{2\mu} = 3\mu + \gamma_0, \; \gamma_{2\mu+1} = 3\mu - \gamma_0 + 1, \; d_\nu = \frac{3\nu^2 - \nu}{2} - 2\gamma_0\nu$$

zu setzen ist. Es ergibt sich hierbei, daß diese Ausdrücke für jeden ganzzahligen Wert von γ_0 der Rekursionsformel $S_n^{(\gamma_0)} = S_{n-1}^{(\gamma_0)}$ genügen. Für $\gamma_0 = 0$ wird insbesondere $S_0^{(0)} = 1$, daher ist auch allgemein $S_n^{(0)} = 1$[2]. Ersetzt man n durch $n-1$ und versteht unter r_λ die Zahl

$$r_\lambda = \left[\frac{n+3\lambda}{2}\right],$$

so läßt sich diese Identität in der Form

$$(30.)\qquad 1 = \sum_{\lambda=-t}^{t} (-1)^\lambda x^{\frac{3\lambda^2-\lambda}{2}} \begin{bmatrix} n \\ r_\lambda \end{bmatrix} \qquad \left(t = \left[\frac{n+1}{3}\right]\right)$$

schreiben. Auch auf diese Schreibweise hat mich Hr. Frobenius aufmerksam gemacht. Er hat mir auch einen einfachen direkten Beweis für diese Formel sowie auch für die Formeln (29.) mitgeteilt.

[1] Hierbei bedeutet wie üblich $[a]$ die größte ganze Zahl unterhalb a.

[2] Auch hier liefern die anderen Werte von γ_0 kein neues Resultat.

Aus der Identität (30.) *ergibt sich unmittelbar die in der Einleitung erwähnte* Euler*sche Formel*

$$\prod_{\nu=1}^{\infty}(1-x^\nu) = \sum_{\lambda=-\infty}^{\infty}(-1)^\lambda x^{\frac{3\lambda^2-\lambda}{2}}.$$

§ 5.

Die im vorigen Paragraphen behandelten Ausdrücke P_n und Q_n sind nichts anderes als die Zähler und Nenner der Näherungsbrüche K_n des Kettenbruchs

$$K(x) = 1 + \frac{x|}{|1} + \frac{x^2|}{|1} + \frac{x^3|}{|1} + \cdots$$

Da für $|x| < 1$ die Grenzwerte

$$\lim_{n=\infty} P_n = D_1(x)\,\varphi_1(x), \quad \lim_{n=\infty} Q_n = D_2(x)\,\varphi_2(x)$$

existieren und $D_2(x)$ wegen der (auf S. 305 stehenden) Formel (8.) von Null verschieden ist, so ist *der Kettenbruch für* $|x| < 1$ *stets konvergent*. Aus den Formeln (8.) und (8'.) ergibt sich zugleich die in der Einleitung angegebene Darstellung (3.) für $K(x)$. Benutzt man insbesondere die Produktdarstellung für $K(x)$ und geht zu den Logarithmen über, so erhält man, wie in bekannter Weise leicht geschlossen wird, die neue bemerkenswerte Formel

$$\log K(x) = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{\delta(n)}{n}x^n \qquad (|x| > 1),$$

wobei

$$\delta(n) = \sum_{d|n}\left(\frac{d}{5}\right)d$$

den Überschuß der Summe der (positiven) Teiler von n, welche die Form $5\nu \pm 1$ haben, über die Summe der Teiler von der Form $5\nu \pm 2$ bedeutet.

Setzt man $x = \frac{a}{b}$, so läßt sich der Kettenbruch auch in der Form

$$(31.)\quad K(x) = 1 + \frac{a|}{|b} + \frac{a^2|}{|b} + \frac{a^3|}{|b^2} + \frac{a^4|}{|b^2} + \frac{a^5|}{|b^3} + \frac{a^6|}{|b^3} + \cdots$$

schreiben. Hieraus folgt auf Grund eines bekannten Satzes von Legendre (vgl. Perron, a. a. O. § 52), daß die in (3.) rechts stehende Funktion für (positive und negative) rationale x, deren Zähler und Nenner der Bedingung $b > a^2$ genügen, eine irrationale Zahl darstellt. In ähnlicher

Weise hat Eisenstein (Journ. f. Math. Bd. 27 und 28) gezeigt, daß gewisse andere mit der Theorie der Thetafunktionen zusammenhängende Funktionen für spezielle rationale Werte der Argumente irrationale Werte annehmen[1].

Wird in (31.) insbesondere $a = 1$, $b = x^{-1}$ gesetzt, so erkennt man auf Grund eines von M. A. Stern herrührenden Kriteriums (vgl. Perron, a. a. O. S. 235), daß *der Kettenbruch $K(x)$ für $|x| > 1$ stets divergent ist.*

Die Entscheidung der Frage, für welche x vom absoluten Betrage 1 der Kettenbruch $K(x)$ konvergiert oder divergiert, dürfte recht schwierig sein. Mit Hilfe der Formeln (29.) gelingt es aber, diese Frage für den Fall, daß x eine Einheitswurzel ist, vollständig zu erledigen.

Es sei nämlich $D(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ die auf S. 305 eingeführte Determinante und

$$D_l^{(k)} = D(x_k, x_{k+1}, \cdots, x_l), \quad D_l^{(l+1)} = D_l^{(l+2)} = 1.$$

Dann bestehen folgende leicht zu beweisende Formeln (vgl. Perron, a. a. O. § 5)

$$(32.) \qquad D(x_1, x_2, \cdots, x_n) = D(x_n, x_{n-1}, \cdots, x_1),$$

$$(33.) \qquad D_n^{(1)} = D_{m-1}^{(1)} D_n^{(m+1)} + x_m D_{m-2}^{(1)} D_n^{(m+2)} \qquad (1 \leq m \leq n),$$

$$(34.) \qquad D_{n-1}^{(1)} D_n^{(2)} - D_n^{(1)} D_{n-1}^{(2)} = (-1)^n x_1 x_2 \cdots x_n.$$

Ist nun x eine primitive $m$te Einheitswurzel, so wird wegen (32.)

$$P_{m-2} = D(x, x^2, \cdots, x^{m-2}) = D(x^{-2}, x^{-3}, \cdots, x^{-(m-1)}) = \bar{Q}_{m-1}$$

die zu Q_{m-1} konjugiert komplexe Zahl. Ebenso erhält man $P_{m-1} = \bar{P}_{m-1}$, $Q_{m-2} = \bar{Q}_{m-2}$. Da ferner

$$D(x^k, x^{k+1}, \cdots, x^l) = D(x^{k-m}, x^{k-m+1}, \cdots, x^{l-m+1})$$

ist, so folgt aus (33.)

$$(35.) \quad P_n = P_{m-1} P_{n-m} + P_{m-2} Q_{n-m}, \quad Q_n = Q_{m-1} P_{n-m} + Q_{m-2} Q_{n-m}.$$

Aus (34.) ergibt sich noch

$$(36.) \qquad P_{n-1} Q_n - P_n Q_{n-1} = (-1)^n x^{1+2+\cdots+n} = (-1)^n x^{\frac{n^2+n}{2}}.$$

Speziell wird

$$P_{m-2} Q_{m-1} - P_{m-1} Q_{m-2} = (-1)^{m-1} x^{\frac{m^2-m}{2}} = 1.$$

[1] Vgl. Perron, a. a. O. S. 315, sowie auch F. Bernstein und O. Szász, Math. Ann. Bd. 76 (1915), S. 295.

Hieraus folgt in Verbindung mit (35.) ohne Mühe

$$(37.)\quad P_{n+2m} = (P_{m-1} + Q_{m-2})\,P_{n+m} + P_n\,, \quad Q_{n+2m} = (P_{m-1} + Q_{m-2})\,Q_{n+m} + Q_n\,.$$

Die hier auftretenden vier Zahlen

$$(38.)\qquad P_{m-2}\,,\ P_{m-1}\,,\ Q_{m-2}\,,\ Q_{m-1}$$

lassen sich mit Hilfe der Identitäten (29.) ohne Mühe berechnen. Für eine primitive $m$te Einheitswurzel x sind nämlich die Gaussschen Ausdrücke

$$\begin{vmatrix} m \\ k \end{vmatrix}\,, \quad \begin{vmatrix} m+1 \\ l \end{vmatrix} \qquad (0 \leq k \leq m\,,\ 0 \leq l \leq m+1)$$

offenbar nur für

$$k = 0\,,\ k = m\,,\ l = 0\,,\ l = 1\,,\ l = m\,,\ l = m+1$$

von Null verschieden, und zwar werden sie in diesen Ausnahmefällen sämtlich gleich 1. Setzt man daher in (29.) für n einen der Werte $m-1$ oder m, so werden in den rechtsstehenden Summen die meisten Glieder Null, und es ist nicht schwer, die Ausdrücke P_{m-1}, P_m, Q_{m-1}, Q_m in geschlossener Form zu berechnen. Wegen

$$P_m = P_{m-1} + P_{m-2}\,, \quad Q_m = Q_{m-1} + Q_{m-2}$$

ergeben sich dann auch die Werte der vier Zahlen (38.) Hierbei ist zu beachten, daß es wegen $P_{m-2} = Q_{m-1}$ genügt, nur die drei letzten dieser Zahlen zu bestimmen. Die Rechnung liefert nun folgende Tabelle

m	P_{m-2}	P_{m-1}	Q_{m-2}	Q_{m-1}
5μ	0	$-x^{\frac{2m}{5}} - x^{-\frac{2m}{5}}$	$-x^{\frac{m}{5}} - x^{-\frac{m}{5}}$	0
$5\mu+1$	$x^{\frac{1-m}{5}}$	1	0	$x^{\frac{-1+m}{5}}$
$5\mu-1$	$x^{\frac{1+m}{5}}$	1	0	$x^{\frac{-1-m}{5}}$
$5\mu+2$	$-x^{\frac{1+2m}{5}}$	0	1	$-x^{\frac{-1-2m}{5}}$
$5\mu-2$	$-x^{\frac{1-2m}{5}}$	0	1	$-x^{\frac{-1+2m}{5}}$

Insbesondere ergibt sich, daß in jedem Fall

$$(39.)\qquad P_{m-1} + Q_{m-2} = 1$$

wird.

Ist nun m durch 5 teilbar, so folgt aus (35.), weil $P_{m-2} = Q_{m-1} = 0$ wird,

$$P_n = P_{m-1} P_{n-m}\,, \quad Q_n = Q_{m-2} Q_{n-m}\,.$$

folglich ist, wenn wir $n = qm + r$ $(0 \leq r < m)$ setzen,

$$P_{qm+r} = P_r P^q_{m-1}, \quad Q_{qm+r} = Q_r Q^q_{m-2}.$$

Insbesondere werden alle Näherungsbrüche K_{qm+m-1} sinnlos, weil ihre Nenner verschwinden. Der Kettenbruch ist daher als divergent zu bezeichnen (vgl. PERRON, a. a. O. § 21). Zugleich ergibt sich, daß, wenn die fünfte Einheitswurzel $x^{\frac{m}{5}}$ im zweiten oder dritten Quadranten liegt, diejenigen Näherungsbrüche, die nicht sinnlos werden, gegen 0 konvergieren. Denn in diesem Falle wird, wie die Tabelle zeigt,

$$|P_{m-1}| = 2\cos\frac{2\pi}{5} < |Q_{m-2}| = 2\cos\frac{\pi}{5};$$

also ist für $Q_r \neq 0$

$$\lim_{q=\infty} K_{qm+r} = \frac{P_r}{Q_r} \lim_{q=\infty}\left(\frac{P_{m-1}}{Q_{m-2}}\right)^q = 0.$$

Ist dagegen m nicht durch 5 teilbar, so ist, wie ich zeigen will, der Kettenbruch $K(x)$ konvergent. Aus (35.) und (39.) folgt nämlich für jedes r

$$P_{(q+2)m+r} = P_{(q+1)m+r} + P_{qm+r}, \quad Q_{(q+2)m+r} = Q_{(q+1)m+r} + Q_{qm+r}.$$

Hieraus ergibt sich in bekannter Weise, daß, wenn

$$\vartheta = \frac{1+\sqrt{5}}{2}, \quad \vartheta' = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$$

gesetzt wird, die Ausdrücke P_{qm+r} und Q_{qm+r} auf die Form

$$(40.) \qquad P_{qm+r} = a_r\vartheta^q + a'_r\vartheta'^q, \quad Q_{qm+r} = b_r\vartheta^q + b'_r\vartheta'^q$$

gebracht werden können. Insbesondere wird hierbei

$$(41.) \qquad (\vartheta-\vartheta')a_r = P_{m+r} - \vartheta' P_r, \quad (\vartheta-\vartheta')b_r = Q_{m+r} - \vartheta' Q_r.$$

Aus (40.) folgt

$$(42.) \qquad \lim_{q=\infty}\frac{P_{qm+r}}{\vartheta^q} = a_r, \quad \lim_{q=\infty}\frac{Q_{qm+r}}{\vartheta^q} = b_r.$$

Ersetzt man ferner in (36.) den Index n durch $qm+r$, dividiert durch ϑ^q und geht zur Grenze über, so erhält man

$$(43.) \qquad a_{r-1}b_r = a_r b_{r-1}.$$

Ich behaupte nun, daß keine der Zahlen a_r und b_r verschwinden kann. Die Ausdrücke P_n und Q_n sind nämlich sämtlich Zahlen des durch x bestimmten Kreiskörpers der $m$ten Einheitswurzeln, dagegen ist $\sqrt{5}$ und folglich auch ϑ', weil m nicht durch 5 teilbar sein soll, in diesem Körper nicht enthalten. Aus $a_r = 0$ oder $b_r = 0$ würde

daher wegen (41.) folgen, daß $P_r = 0$ oder $Q_r = 0$ verschwinden müßte. Wäre nun $a_r = 0$, so würde sich aus (43.) ergeben, daß auch eine der Zahlen a_{r-1} und b_r verschwindet. Dies würde aber erfordern, daß entweder P_r und P_{r-1} oder P_r und Q_r gleichzeitig Null werden. Beides ist aber wegen (36.) nicht möglich. Ebenso ergibt sich, daß b_r nicht verschwinden kann.

Aus (43.) folgt daher

$$\frac{a_0}{b_0} = \frac{a_1}{b_1} = \cdots = \frac{a_{m-1}}{b_{m-1}}.$$

Die Gleichungen (42.) liefern nun

$$\lim_{q=\infty} K_{qm} = \lim_{q=\infty} K_{qm+1} = \cdots = \lim_{q=\infty} K_{qm+m-1} = \frac{a_0}{b_0}.$$

Der Kettenbruch ist daher konvergent, und zwar wird auf Grund der Formeln (41.)

$$K(x) = \frac{a_0}{b_0} = \frac{P_m - \vartheta' P_0}{Q_m - \vartheta' Q_0} = \frac{P_{m-1} + P_{m-2} - \vartheta'}{Q_{m-1} + Q_{m-2} - \vartheta'}.$$

Aus der Tabelle auf S. 309 und den Formeln

$$\vartheta + \vartheta' = 1, \quad \vartheta\vartheta' = -1$$

folgert man leicht, daß dieses Resultat sich einfacher so aussprechen läßt:

Je nachdem m *von der Form* $5\mu \pm 1$ *oder von der Form* $5\mu \pm 2$ *ist, wird*

$$K(x) = P_{m-2}\vartheta \quad \text{oder} \quad K(x) = P_{m-2}\vartheta^{-1}.$$

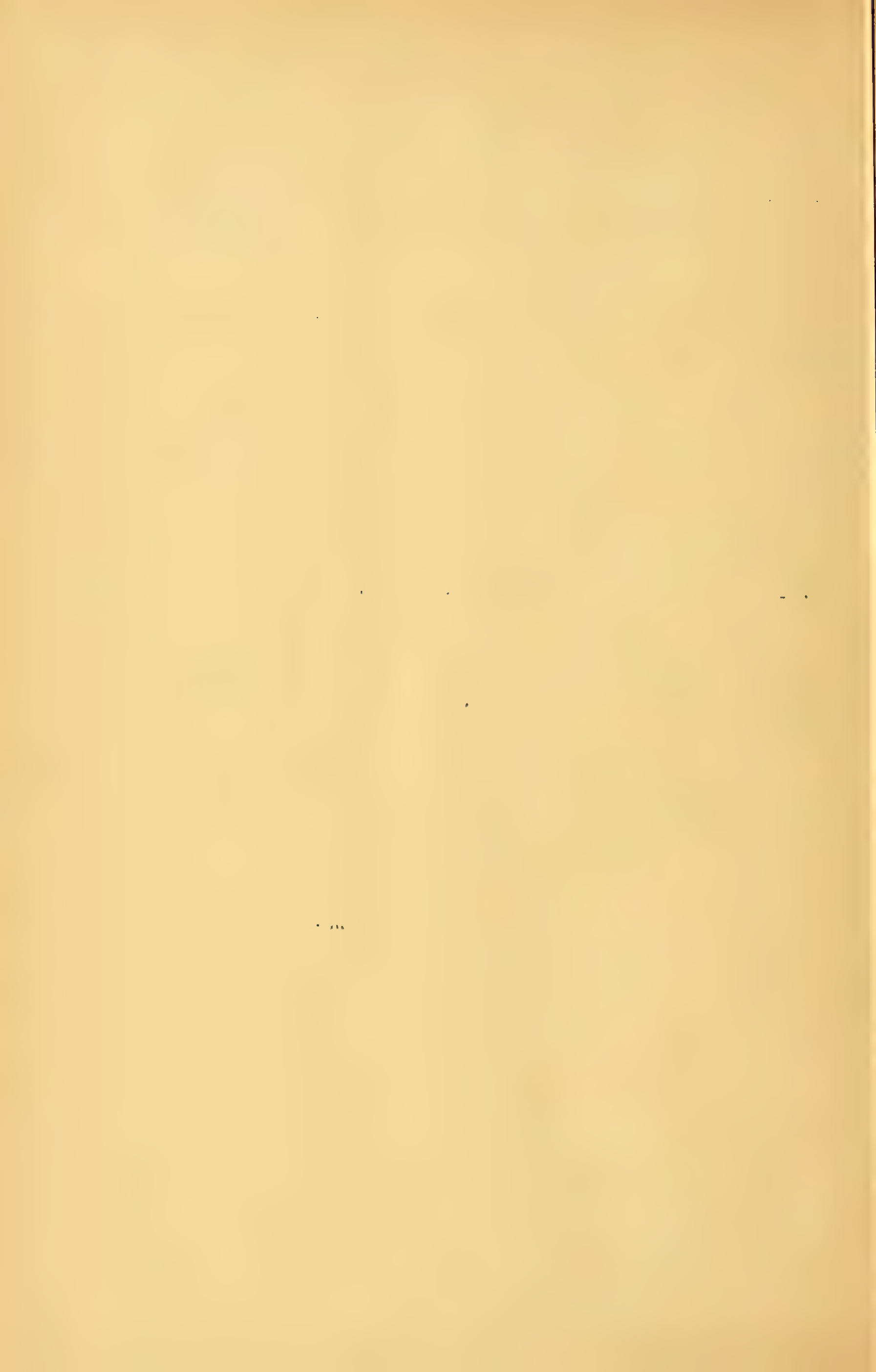
Insbesondere wird $K(1) = \vartheta$, $K(-1) = \vartheta^{-1}$. Berücksichtigt man noch die durch die Tabelle gelieferten Werte von P_{m-2}, so kann man diese Formeln auch in der Gestalt

$$K(x) = \lambda x^{\frac{1-\lambda\rho m}{5}} K(\lambda)$$

schreiben, wo λ das Legendresche Symbol $\left(\frac{m}{5}\right)$ und ρ den absolut kleinsten Rest von m nach dem Modul 5 bedeutet.

Ausgegeben am 10. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1917 XXIV. XXV

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

SITZUNGSBERICHTE

1917.

XXIV.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Planck legte eine Mitteilung vor: »Über einen Satz der statistischen Dynamik und seine Erweiterung in der Quantentheorie.«

Für die von A. Fokker vor einigen Jahren mitgeteilte Verallgemeinerung eines von A. Einstein aufgestellten Satzes der statistischen Dynamik wird ein Beweis abgeleitet und der Satz alsdann so erweitert, daß er auch im Rahmen der Quantentheorie Bedeutung besitzt.

Über einen Satz der statistischen Dynamik und seine Erweiterung in der Quantentheorie.

Von Max Planck.

Einleitung und Inhaltsübersicht.

In seiner Theorie der Brownschen Bewegung hat Hr. A. Einstein[1] für den stationären Zustand einer großen Zahl gleichbeschaffener Systeme, die kleinen schnellen zufälligen äußeren Störungen unterworfen sind, einen sehr fruchtbaren Satz entwickelt, der später von Hrn. A. Fokker[2] auf den Fall verallgemeinert worden ist, daß die Wirkung einer äußeren Störung wesentlich mit abhängt von dem jeweiligen Zustand des von ihr betroffenen Systems. Allerdings hat Fokker in der angeführten Publikation nur die Fassung des verallgemeinerten Satzes mitgeteilt, nicht aber einen Beweis dafür gegeben, welch letzteren er für eine spätere Gelegenheit baldigst in Aussicht stellte. Seit jener Mitteilung sind einige Jahre verstrichen, ohne daß meines Wissens die angekündigte Beweisführung veröffentlicht wurde. Da nun der erwähnte Satz, namentlich in seiner allgemeinen Fassung, für die statistische Dynamik eine wichtige Bedeutung besitzt — ich selber habe ihn schon zu wiederholten Malen benutzt —, und da anderseits seine Richtigkeit, wie mir briefliche Mitteilungen aus Fachkreisen gezeigt haben, in Zweifel gezogen wird, so scheint es mir von Wert, einen Beweis desselben zu veröffentlichen. Dies ist der erste Zweck der folgenden Arbeit.

Sodann habe ich versucht, den Satz so zu erweitern, daß er auch vom Standpunkt der Quantentheorie aus die nötigen Anhaltspunkte zur Bestimmung des stationären Zustandes liefert. Hier ist allerdings ein Vorbehalt zu machen. Wenn man sich auf den Standpunkt stellt, daß die Quantentheorie nur ganz bestimmte, die sogenannten »statischen« Zustände der Systeme, z. B. bestimmte Rotationsgeschwindigkeiten, bestimmte Amplituden, zuläßt, so ist ein Satz, wie der hier in Rede stehende, überhaupt sinnlos, da dieser ja von kleinen Zustandsänderungen handelt und solche gar nicht eintreten können, wenn der Zu-

[1] A. Einstein, Ann. d. Phys. 19, S. 37, 1906.

[2] A. Fokker, Ann. d. Phys. 43, S. 812, 1914.

stand schon von vornherein durch eine Quantenzahl festgelegt ist. Dann handelt es sich vielmehr immer nur um endliche Sprünge von einem statischen Zustand in einen anderen, und für solche versagt die in unserem Satz angewendete Betrachtungsweise von vornherein.

Nimmt man aber an, daß nach der Quantentheorie die Vorgänge der Einstrahlung (Absorption) ganz nach den Gesetzen der klassischen Theorie verlaufen, und daß nur die der Ausstrahlung (Emission) gewissen Quantenforderungen genügen, so erweist sich der Einstein-Fokkersche Satz als ungemein nützlich. Diese Voraussetzung ist nun, wie in meinen letzten Arbeiten über diesen Gegenstand, so auch hier gemacht worden. Ich will damit nicht behaupten, daß ich dieselbe für physikalisch zutreffend halte; ja, es gibt eine Reihe von Erscheinungen, welche vielmehr dafür zu sprechen scheinen, daß die Zustände der Systeme sich nur sprungweise ändern können. Aber es ist mir trotz aller Bemühungen noch nicht gelungen, einen entscheidenden Beweis für die Unzulässigkeit stetiger Zustandsänderungen aufzufinden, im Gegenteil haben sich bei näherer Prüfung einige der fraglichen Erscheinungen als vollständig erklärbar durch die klassischen Absorptionsgesetze ergeben, und ich glaube daher an diesen so lange festhalten zu sollen, als sich aus ihnen kein direkter Widerspruch mit der Erfahrung ergibt, und zwar um so mehr, da dies der sicherste Weg sein dürfte, um über die Grenzen der Gültigkeit der klassischen Theorie vollständig ins klare zu kommen.

Wenn somit die Gesetze der Einstrahlung auch von dem hier vertretenen quantentheoretischen Standpunkt aus ihre Gültigkeit behalten, so wird anderseits für die Emission die Aufstellung einer besonderen Hypothese erforderlich, für die ich eine Fassung entwickelt habe (§ 10), die mir für die bisher von mir behandelten Fälle ausreichende Dienste geleistet hat.

Schließlich habe ich den Einstein-Fokkerschen Satz noch erweitert (§ 12 ff.) auf den Fall, daß der Zustand eines jeden der Systeme nicht von einem einzigen, sondern von zwei oder beliebig vielen Parametern abhängt.

§ 1.

Wir denken uns eine große Anzahl N vollkommen gleichbeschaffener, voneinander unabhängiger molekularer Systeme unregelmäßig im Raume verteilt. Jedes einzelne dieser Systeme sei in einer gewissen Bewegung begriffen, deren Energie von einem einzigen Parameter q abhängt, in der Weise, daß die Energie zugleich mit q eindeutig von 0 bis ∞ anwächst. Man denke z. B. an die Geschwindigkeit eines auf einer festen Geraden bewegten Punktes oder an die Drehungs-

geschwindigkeit eines um eine feste Achse sich drehenden starren Körpers oder an die Energie eines einfach periodisch schwingenden Oszillators. Dann wird in jedem Augenblick in der ganzen Menge von Systemen eine bestimmte »Verteilungsdichte« $W(q)$ herrschen: d. h. die Anzahl derjenigen Systeme, deren Parameter gerade in diesem Augenblick zwischen q und $q+dq$ liegen, wird dargestellt werden durch einen Ausdruck von der Form

$$N \cdot W(q)dq, \tag{1}$$

wobei:

$$\int_0^\infty W(q)dq = 1. \tag{1a}$$

Man kann $W(q)dq$ auch als die Wahrscheinlichkeit dafür bezeichnen, daß der Parameter eines in dem betreffenden Augenblick beliebig herausgegriffenen Systems zwischen q und $q+dq$ liegt. Wir setzen die Funktion $W(q)$ im folgenden zunächst als stetig und als differentiierbar voraus.

Da die Systeme sich unabhängig voneinander bewegen, so bleibt beim Fehlen äußerer Einwirkungen die Energie und somit auch der Parameter q jedes einzelnen Systemes zeitlich konstant, und die Verteilungsdichte $W(q)$ ändert sich nicht mit der Zeit.

Nun wollen wir uns aber jedes der Systeme gewissen sehr kleinen schnellen unregelmäßigen Störungen (durch Stöße, durch Bestrahlung) ausgesetzt denken, welche die Werte der Parameter verändern, und wollen nach der Veränderung fragen, welche diese Störungen in der Verteilungsdichte hervorrufen, innerhalb eines Zeitintervalls von t bis $t+\tau$, welches so klein ist, daß der Parameter q eines einzelnen Systems sich währenddem nur sehr wenig ändert, aber doch anderseits so groß, daß der Differentialkoeffizient $\frac{dq}{dt}$ währenddem mehrmals sein Vorzeichen wechseln kann.

Eine anschauliche Übersicht über die gleichzeitigen Zustände aller Systeme und ihrer Veränderungen läßt sich gewinnen, wenn man den Zustand jedes einzelnen Systems zu irgendeiner Zeit durch einen Punkt mit der Abszisse q auf einer gemeinsamen festen Koordinatenachse darstellt. Dann ist die Verteilungsdichte $W(q)$ der Systeme in irgendeinem Zustand gleich der Dichtigkeit, mit welcher die Systempunkte auf der Achse angeordnet sind, und die Änderung des Zustandes wird durch die Bewegungen aller dieser Punkte bedingt. Nach den oben gemachten Voraussetzungen sind die betreffenden Bewegungen klein und unregelmäßig, d. h. die in der Zeit τ eintretende Änderung von q,

die wir mit r bezeichnen wollen, ist klein gegen q, während andererseits r keineswegs gleich $\frac{dq}{dt} \cdot \tau$, auch nicht annähernd, gesetzt werden darf.

§ 2.

Natürlich ist die »Verschiebung« r des Parameters q für verschiedene Systeme, auch wenn sie zur Zeit t genau denselben Wert von q besitzen, gänzlich verschieden, und zwar wird unter N' solchen Systemen die Anzahl derjenigen, deren Verschiebung zwischen r und $r + dr$ liegt, gleich sein:

$$N' \cdot \phi_q(r) dr\,, \tag{2}$$

wobei:

$$\int_{-R}^{+R} \phi_q(r) dr = 1\,. \tag{3}$$

Hier bedeutet R den Betrag der größten Verschiebung, die überhaupt in der Zeit τ vorkommen kann, wobei nach der obigen Voraussetzung:

$$R \ll q\,. \tag{4}$$

Von der Funktion $\phi_q(r)$ wissen wir nur das eine, daß ihr Wert mit wachsendem $|r|$ sehr schnell abnimmt, während sie sich mit q weniger stark oder überhaupt nicht ändern wird. Wir setzen $\phi_q(r)$ als nach q differentiierbar voraus; über die Art der Abhängigkeit von r enthalten wir uns jeder näheren Voraussetzung.

§ 3.

Zur Lösung der im § 1 gestellten Aufgabe wollen wir nun die Änderung berechnen, welche die Verteilungsdichte $W(q)$ für einen bestimmten Wert von q in der Zeit τ erleidet. Zu diesem Zwecke fassen wir alle Systempunkte ins Auge, welche sich zur Zeit t in einem Abschnitt (q, dq) befinden, der so schmal gewählt ist, daß dq sehr klein ist gegen den mittleren Betrag von $|r|$.

Dann werden nach Ablauf der Zeit τ so gut wie alle diese Punkte den betrachteten Abschnitt verlassen haben.

Dafür sind nach Ablauf derselben Zeit aus benachbarten Abschnitten eine Anzahl Punkte in den betrachteten Abschnitt (q, dq) übergetreten, und diese gilt es jetzt zu berechnen.

Wir wählen zur Betrachtung aus irgendeinen benachbarten Abschnitt (q', dq'), so zwar, daß dq' sehr klein ist gegen dq. In diesem Abschnitt befinden sich zur Zeit t nach (1)

$$N' = N \cdot W(q') dq' \tag{4a}$$

Systempunkte. Von diesen N' Punkten werden nach Ablauf der Zeit τ alle diejenigen sich im Abschnitt (q, dq) befinden, deren Verschiebung r zwischen $q-q'$ und $q+dq-q'$ liegt, also nach (2)

$$N' \cdot \phi_{q'}(q-q') \cdot dq = N \cdot W(q') \cdot dq' \cdot \phi_{q'}(q-q') \cdot dq, \qquad (4\text{b})$$

und demzufolge erhält man die Gesamtzahl der aus allen benachbarten Abschnitten in den Abschnitt (q, dq) übergetretenen Punkte, indem man den letzten Ausdruck über q' von $q-R$ bis $q+R$ integriert, also:

$$Ndq \cdot \int_{q-R}^{q+R} W(q') \cdot \phi_{q'}(q-q') \cdot dq', \qquad (4\text{c})$$

oder, wenn man statt q' als Integrationsvariable $r = q - q'$ einführt:

$$Ndq \cdot \int_{-R}^{+R} W(q-r) \cdot \phi_{q-r}(r) \cdot dr. \qquad (5)$$

Dieser Ausdruck gibt die Zahl der Systempunkte, welche sich zur Zeit $t+\tau$ in dem Abschnitt (q, dq) befinden.

Also ist nach (1) die gesuchte Änderung, welche die Verteilungsdichte $W(q)$ in der Zeit τ erlitten hat:

$$\frac{\partial W}{\partial t} \cdot \tau = \int_{-R}^{+R} W(q-r) \cdot \phi_{q-r}(r) \cdot dr - W(q). \qquad (6)$$

Hier können wir schreiben:

$$W(q-r)\phi_{q-r}(r) = W(q)\phi_q(r) - r\frac{\partial}{\partial q}\{W(q) \cdot \phi_q(r)\} + \frac{r^2}{2}\frac{\partial^2}{\partial q^2}\{W(q) \cdot \phi_q(r)\}$$

und erhalten durch Einsetzen in (6) mit Berücksichtigung von (3):

$$\frac{\partial W}{\partial t} \cdot \tau = -\frac{\partial}{\partial q}(W(q) \cdot \bar{r}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q^2}(W(q) \cdot \overline{r^2}), \qquad (7)$$

wobei zur Abkürzung gesetzt ist: die mittlere Verschiebung

$$\int_{-R}^{+R} r\phi_q(r)dr = \bar{r} \qquad (8)$$

und das mittlere Verschiebungsquadrat

$$\int_{-R}^{+R} r^2\phi_q(r)dr = \overline{r^2}. \qquad (9)$$

Für die Bedeutung der Gleichung (7) ist der Umstand charakteristisch, daß die beiden Glieder auf ihrer rechten Seite von gleicher Größen-

ordnung sein können und auch im allgemeinen sein werden, trotzdem r klein ist gegen q. Dies wird dadurch bedingt, daß $\overline{r^2}$ groß ist gegen $(\bar{r})^2$, oder, was dasselbe bedeutet, daß der Mittelwert $\bar{r}$ von kleinerer Größenordnung ist als die Einzelwerte r. Daher sind die positiven Werte von r nahezu ebenso häufig wie die negativen, oder:

$$\phi_q(-r) - \phi_q(r) \ll \phi_q(r). \qquad (9a)$$

§ 4.

Für den stationären Zustand der ganzen Systemmenge verschwindet der Ausdruck (7) und es folgt durch Integration:

$$W(q) \cdot \bar{r} - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial q} \left(W(q) \cdot \overline{r^2} \right) = \text{const.} \qquad (10)$$

Der Wert der Integrationskonstanten ergibt sich, falls $W(q)$ und $\frac{dW(q)}{dq}$ stetig sind, wie das in der klassischen Theorie als selbstverständlich vorausgesetzt wird, unmittelbar aus dem Wert für $q = \infty$, für welchen wegen (1a) $W(q) = 0$ ist, also:

$$W(q)\bar{r} - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial q} \left(W(q) \cdot \overline{r^2} \right) = 0. \qquad (11)$$

Im Gegensatz zur klassischen Theorie verlangt aber die Quantentheorie auch die Berücksichtigung des Falles, daß die Verteilungsdichte $W(q)$ für gewisse singuläre Werte von q unstetig wird, und dann kann man nicht ohne weiteres schließen, daß die Integrationskonstante in (10) gleich Null ist. Vielmehr gelten dann alle vorstehenden Rechnungen nur innerhalb je eines Gebietes der q, welches zwischen zwei aufeinander folgenden singulären Werten liegt, und beim Übergang aus einem Gebiet in ein anderes wird die Integrationskonstante zugleich mit $W(q)$ einen Sprung erleiden.

Wenn die Integrationskonstante in (10) nicht gleich Null ist, so heißt dies, daß zwar die Anzahl der in einem bestimmten Abschnitt (q, dq) befindlichen Systempunkte sich mit der Zeit nicht ändert, daß aber durch eine bestimmte Stelle q des Abschnitts in der Zeit τ mehr Systempunkte nach der einen Seite als nach der anderen Seite hindurchtreten. Dann zeigt sich also in dem betreffenden Abschnitt als Resultat aller Verschiebungen r außer dem »Diffundieren« auch ein gleichmäßiges »Strömen« aller Systempunkte nach einer bestimmten Seite, und der Wert der Integrationskonstanten entspricht dem Betrag dieser Strömung, wie sich natürlich auch durch eine direkte Berechnung ergibt (§ 5).

Die Aufrechterhaltung des stationären Zustandes in der ganzen Systemmenge erfordert dann, daß die an den singulären Stellen befindlichen Systempunkte gewisse Sprünge ausführen. d. h. plötzliche, gegen q endliche Änderungen ihres Parameters q erleiden, welche der Richtung der Strömung entgegengesetzt sind und deren Einfluß wieder kompensieren. Nur wenn derartige endliche Sprünge ausgeschlossen sind, darf man, wie unmittelbar einleuchtet, die Behauptung aufstellen. daß im stationären Zustand die beschriebene Strömung nicht vorhanden sein kann, woraus dann. entsprechend dem Werte Null der Integrationskonstanten, die Gleichung (11) folgt.

§ 5.

Zur Vervollständigung der vorstehenden Überlegungen berechnen wir jetzt direkt die Anzahl P der Systempunkte. welche in der Zeit τ eine bestimmte Stelle q in der Richtung wachsender q überschreiten, oder genauer gesprochen: die Anzahl derjenigen Systempunkte, deren Parameter zur Zeit t kleiner, zur Zeit $t+\tau$ aber größer als q ist, vermindert um die Zahl derjenigen Systempunkte, deren Parameter zur Zeit t größer, zur Zeit $t+\tau$ aber kleiner ist als q. Dabei kann es natürlich sehr wohl vorkommen, daß ein Systempunkt im Verlaufe der Zeit τ die Stelle q mehrmals in verschiedenen Richtungen überschreitet.

Zu diesem Zwecke fassen wir wieder, wie im § 3, einen unendlich kleinen Abschnitt (q', dq') und die zur Zeit t in ihm befindlichen N' Systempunkte ins Auge, wobei N' durch (4a) gegeben ist. Zunächst sei q' kleiner als q. Dann werden von diesen N' Systempunkten nach Ablauf der Zeit τ alle diejenigen jenseits der Stelle q liegen, deren Verschiebung r zwischen $q - q'$ und R liegt; ihre Anzahl ist

$$N' \int_{q-q'}^{R} \phi_{q'}(r)\,dr = N W(q')\,dq' \cdot \int_{q-q'}^{R} \phi_{q'}(r)\,dr\,.$$

Daraus ergibt sich die Anzahl aller Systempunkte, deren Parameter zur Zeit t kleiner, zur Zeit $t+\tau$ größer ist als q, durch Integration über q' von $q-R$ bis q zu:

$$N \int_{q-R}^{q} W(q')\,dq' \int_{q-q'}^{R} \phi_{q'}(r)\,dr = N \int_{q-R}^{q} dq' \int_{q-q'}^{R} W(q')\,\phi_{q'}(r)\,dr = P_1\,, \qquad (12)$$

und ebenso die Anzahl aller Systempunkte. deren Parameter zur Zeit t größer, zur Zeit $t+\tau$ kleiner ist als q:

$$N \int_{q}^{q+R} dq' \int_{-R}^{q-q'} W(q')\,\phi_{q'}(r)\,dr = P_2\,, \qquad (13)$$

woraus schließlich durch Subtraktion die gesuchte Zahl

$$P = P_1 - P_2 \qquad (14)$$

folgt, welche ein Maß abgibt für die einseitige Strömung der Systempunkte an der Stelle q in der Richtung wachsender q.

Die Ausdrücke für P_1 und P_2 lassen sich auf eine bequemere Form bringen. Wenn wir nämlich statt q' die Integrationsvariable $q - q' = \rho$ einführen, so ist nach (12):

$$P_1 = N \int_0^R d\rho \int_\rho^R W(q-\rho)\,\phi_{q-\rho}(r)\,dr$$

oder, da:

$$W(q-\rho)\,\phi_{q-\rho}(r) = W(q)\,\phi_q(r) - \rho\frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\cdot\phi_q(r)\},$$

$$P_1 = N \int_0^R d\rho \int_\rho^R W(q)\,\phi_q(r)\,dr - N \int_0^R d\rho\,\rho \int_\rho^R \frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\cdot\phi_q(r)\}\,dr.$$

Nun formen wir die beiden Integrale nach ρ durch partielle Integration um, das erste nach dem Schema:

$$\int_0^R d\rho \int_\rho^R f(r)\,dr = \left[\rho \int_\rho^R f(r)\,dr\right]_0^R + \int_0^R \rho f(\rho)\,d\rho\,.$$

das zweite nach einem ähnlichen Schema, und erhalten dadurch, da die dabei auftretenden bestimmten Integrale verschwinden:

$$P_1 = N \int_0^R d\rho\cdot\rho\cdot W(q)\cdot\phi_q(\rho) - N \int_0^R d\rho\cdot\frac{\rho^2}{2}\cdot\frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\,\phi_q(\rho)\}\,d\rho\,.$$

Ebenso aus (13) durch entsprechende Umformung:

$$P_2 = -N \int_{-R}^0 d\rho\cdot\rho\cdot W(q)\cdot\phi_q(\rho) + N \int_{-R}^0 d\rho\cdot\frac{\rho^2}{2}\,\frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\,\phi_q(\rho)\}\,d\rho\,.$$

und endlich nach (14), mit Benutzung von (8) und (9):

$$P = N\,W(q)\,\bar{r} - \frac{N}{2}\frac{\partial}{\partial q}\left(W(q)\,\overline{r^2}\right), \qquad (15)$$

in Übereinstimmung mit dem in § 4 gezogenen Schluß, daß die Integrationskonstante in (10) der Anzahl der Systempunkte entspricht, welche während der Zeit τ im ganzen die Stelle q in der Richtung der wachsenden q überschreiten. Ist diese Zahl gleich Null, so ergibt sich wieder die Gleichung (11).

§ 6.

Ein dritter, rechnungsmäßig noch einfacherer Weg zur Ableitung der Gleichung (11) für den stationären »stromlosen« Zustand ergibt sich aus der Bedingung, daß die Zahl derjenigen Systempunkte, welche zur Zeit t im Abschnitt (q, dq), zur Zeit $t+\tau$ aber im Abschnitt (q', dq') liegen, gleich ist der Zahl derjenigen Systempunkte, welche zur Zeit t im Abschnitt (q', dq'), zur Zeit $t+\tau$ aber im Abschnitt (q, dq) liegen. Diese Bedingung, welche für den stromlosen Zustand offenbar notwendig und hinreichend ist, lautet nach (4b):

$$NW(q)dq\cdot\phi_q(q'-q)dq' = NW(q')dq'\cdot\phi_{q'}(q-q')dq$$

oder, wenn man $q'=q+r$ setzt:

$$W(q)\phi_q(r) = W(q+r)\phi_{q+r}(-r) = W(q)\phi_q(-r)+r\frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\phi_q(-r)\}.$$

Folglich:

$$W(q)\cdot\{\phi_q(r)-\phi_q(-r)\} = \frac{\partial}{\partial q}\{W(q)\cdot r\cdot\phi_q(-r)\}.$$

Multipliziert man beide Seiten dieser Gleichung mit r und integriert dann über r von $r=0$ bis $r=R$ bei konstantem q, so ergibt sich mit Rücksicht darauf, daß

$$\int_0^R r\phi_q(-r)dr = -\int_{-R}^0 r\phi_q(r)dr.$$

und daß nach (9a) bis auf Glieder von kleinerer Größenordnung:

$$\int_0^R r^2\phi_q(-r)dr = \frac{1}{2}\int_{-R}^{+R} r^2\phi_q(r)dr,$$

die Beziehung:

$$W(q)\cdot\int_{-R}^{R} r\phi_q(r)dr = \frac{\partial}{\partial q}\left\{W(q)\cdot\frac{1}{2}\int_{-R}^{+R} r^2\phi_q(r)dr\right\},$$

identisch mit der Gleichung (11).

Dies Verfahren führt unter allen wohl am direktesten zum Ziel, seine Anwendbarkeit beschränkt sich aber auf den stromlosen Zustand.

§ 7.

Die allgemeine Formel (7) läßt sich auch anwenden in dem Falle, daß der kleinen unregelmäßigen Verschiebung r von wechselndem Vorzeichen eine andere kleine regelmäßige Verschiebung r' von konstantem

Vorzeichen beigesellt ist, welche für alle Systeme mit dem nämlichen q den nämlichen Wert besitzt, so wie sie z. B. durch irgendeine konstante Kraft (Schwerkraft) oder durch irgendeine Art von Dämpfung bewirkt werden kann. Dann hat man in (7) einfach $r + r'$ statt r zu setzen, und erhält, da die Glieder mit $\overline{r'^2} = r'^2$ und mit $\overline{rr'} = r'\overline{r}$ gegen die übrigen verschwinden:

$$\frac{\partial W}{\partial t}\tau = -\frac{\partial}{\partial q}(W(q)\overline{r}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q^2}(W(q)\overline{r^2}) - r'\frac{\partial W(q)}{\partial q}, \qquad (16)$$

während die Gleichung (11) für den stationären Zustand sich verallgemeinert zu:

$$W(q)r + W(q)r' - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q}(W(q)r^2) = 0. \qquad (17)$$

Für den speziellen Fall, daß r' die in der Zeit τ durch Dämpfung bewirkte Abnahme von q bedeutet, also $r' = -f(q)\tau$, ist dies genau die von Fokker a. a. O. mitgeteilte Gleichung.

§ 8.

Während nach der klassischen Theorie der Parameter q eines Systems sich mit der Zeit durchaus stetig, wenn auch unregelmäßig ändert, wird in der Quantentheorie, wie schon erwähnt, angenommen, daß für bestimmte singuläre Werte des Parameters q die Systeme eine gewisse Anomalie zeigen, welche sich dahin äußert, daß in dem Werte von q ein plötzlicher Sprung eintreten kann. Es macht aber, wie schon aus den Betrachtungen des § 4 hervorgeht, für die Bedingungen des stationären Zustandes einen wesentlichen Unterschied, ob der Betrag dieses Sprunges, den wir mit s bezeichnen wollen, von derselben Größenordnung wie q ist oder ob er, ebenso wie die Verschiebung r in der Zeit τ, klein ist gegen q.

Wir wollen im folgenden, im Anschluß an die in der Einleitung gemachten Ausführungen, uns auf die Voraussetzung beschränken, daß

$$s \ll q. \qquad (18)$$

Dann dürfen wir nach der am Schluß des § 4 gezogenen Folgerung im Falle des stationären Zustandes die Gleichung (11) bzw. die Gleichung (17) im allgemeinen als erfüllt annehmen. Der Unterschied der Quantentheorie gegenüber der klassischen Theorie besteht dann nur darin, daß an den singulären Stellen wegen der dort stattfindenden Sprünge s die Verteilungsdichte $W(q)$ Unstetigkeiten erleidet, für welche besondere Grenzbedingungen erfordert werden.

Die weiteren Betrachtungen sollen sich auf den Fall beziehen, daß die Sprünge, welche die Parameter q der einzelnen Systeme an

den singulären Stellen ausführen können, durch Emission von Energie in der Form elektromagnetischer Strahlung verursacht werden, und daß diese Sprünge bei allen Systemen mit dem nämlichen q die nämliche Größe s besitzen. Da q mit wachsender Energie wächst, so wird durch den Sprung s der Wert von q verkleinert. Die Größenordnung von s kann mit derjenigen von r, bei passend gewähltem τ, als übereinstimmend angenommen werden, während dann natürlich r von kleinerer Größenordnung ist als $\bar{s} = s$:

$$r \ll s \,. \qquad (19)$$

Die singulären Stellen wollen wir mit

$$q_0 (= 0), q_1, q_2, q_3, \cdots q_n, \cdots$$

bezeichnen und die durch sie auf der q-Achse abgegrenzten aufeinander folgenden Abschnitte, welche wir die »Elementargebiete« nennen, ebenfalls durch die Ordnungszahlen $0, 1, 2, \cdots n, \cdots$ charakterisieren. Dann erstreckt sich das Elementargebiet n von $q = q_n$ bis $q = q_{n+1}$.

Innerhalb eines Elementargebiets findet keine Emission statt, hier ist also $W(q)$ und seine Differentialkoeffizienten stetig. Dagegen zeigt $W(q)$ an der Grenze zweier Elementargebiete eine Unstetigkeit. Bezeichnen wir die Verteilungsdichte im Elementargebiet n mit $W_n(q)$, so ist die Gesamtzahl aller Systempunkte, die sich im Elementargebiet n befinden, nach (1):

$$N \cdot \int_{q_n}^{q_{n+1}} W_n(q) dq = N \cdot w_n \,. \qquad (20)$$

Die Größe w_n nennen wir die »Verteilungszahl« der Systempunkte im Elementargebiet n. Die Summe aller Verteilungszahlen ist:

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} w_n = 1 \,. \qquad (21)$$

§ 9.

Zur Aufstellung der Grenzbedingungen an der Stelle $q = q_n$ für den stationären Zustand denken wir uns zunächst den Übergang aus dem Elementargebiet $n-1$ in das Elementargebiet n nicht plötzlich, sondern durch eine sehr dünne, aber endliche Übergangsschicht vermittelt, so daß $W(q)$ durchweg als stetig, wenn auch innerhalb der Übergangsschicht als stark veränderlich mit q angesehen werden kann. Dementsprechend nehmen wir die Emission, ganz im Sinne der klassischen Theorie, zunächst nicht plötzlich und nur in dem einen Punkt q_n, sondern mit endlicher Geschwindigkeit innerhalb der ganzen Übergangs-

schicht erfolgend an und bezeichnen mit r' (negativ) die in der Zeit τ durch Emission bewirkte Abnahme von q.

Dann gilt für jeden Punkt der Übergangsschicht die FOKKERsche Gleichung (17), also, mit Berücksichtigung von (19):

$$W(q) \cdot r' - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial q}\left(W(q) \cdot \overline{r^2}\right) = 0.$$

Diese Gleichung integrieren wir über die ganze Übergangsschicht zwischen den beiden Elementargebieten $n-1$ und n und erhalten daraus:

$$\frac{1}{2} \overline{r_n^2}\left(W_{n-1}(q_n) - W_n(q_n)\right) = -\int r' \, W(q) \, dq, \qquad (22)$$

wo $\overline{r_n^2}$ den Wert von $\overline{r^2}$, der ja stetig von q abhängt, für $q = q_n$ bezeichnet, während W_{n-1} und W_n die Werte der Verteilungsdichte in den Elementargebieten $n-1$ und n an der Grenze $q = q_n$ angeben.

Der Ausdruck auf der rechten Seite von (22) hat eine leicht anschauliche Bedeutung. Da nämlich $N W(q) dq$ die Anzahl der in der unendlich dünnen Schicht dq befindlichen Systempunkte darstellt, so erhält man durch Multiplikation dieser Zahl mit r' die Summe aller Verschiebungen, welche diese Systempunkte vermöge ihrer Emission in der Zeit τ erleiden und durch die vorgeschriebene Integration die Summe sämtlicher in der betrachteten Übergangsschicht in der Zeit τ durch Emission bewirkten Verschiebungen.

Machen wir nun den Grenzübergang und ersetzen die innerhalb der Übergangsschicht mit endlicher Geschwindigkeit erfolgenden Verschiebungen r' durch plötzliche Sprünge s an der bestimmten Stelle q_n, so stellt die rechte Seite von (22), mit N multipliziert, die Anzahl sämtlicher bei q_n in der Zeit τ erfolgenden Sprünge dar, die wir daher mit $N \cdot \sum s_n$ bezeichnen wollen. Somit erhalten wir:

$$\frac{1}{2} \overline{r_n^2}\left(W_{n-1}(q_n) - W_n(q_n)\right) = \sum s_n \,. \qquad (23)$$

Dies ist die gesuchte Grenzbedingung, welche den Übergang von dem Elementargebiet $n-1$ zum Elementargebiet n vermittelt.

Im stationären Zustand ist $W_{n-1} > W_n$, wie natürlich.

§ 10.

Damit aber die Grenzbedingung (23) zur Berechnung von $W(q)$ nutzbar werden kann, ist noch die Einführung einer besonderen Hypothese über die Größe des Ausdrucks auf der rechten Gleichungsseite erforderlich. Eine solche Hypothese wird nahegelegt durch den allgemeinen, sowohl bei der Wärmestrahlung als auch in der Mole-

kularkinetik bewährten Erfahrungssatz, daß für große Energien, also für hohe Ordnungszahlen n, die Folgerungen der Quantenhypothese übereinstimmen mit denen der klassischen Theorie. Nach dieser Theorie emittieren sämtliche N Systeme fortwährend, und erleiden dadurch in der Zeit τ eine in bekannter Weise zu berechnende, der Größe von τ proportionale Abnahme ihres Parameters q, deren Betrag wir daher, wie oben in § 7 am Schluß, mit $f(q)\cdot\tau$ bezeichnen wollen. Dann ist die Summe der in der Zeit τ durch Emission bewirkten Verschiebungen aller ursprünglich im Elementargebiet n, also zwischen q_n und q_{n+1} befindlichen Systempunkte:

$$N\cdot\tau\cdot\int_{q_n}^{q_{n+1}} W_n(q)\cdot f(q)\cdot dq\,. \tag{24}$$

Hier kann man für hohe Ordnungszahlen n ohne merklichen Fehler den Wert von $W_n(q)$ und ebenso den von $f(q)$ innerhalb der Integrationsgrenzen als konstant betrachten, weil nach den Gesetzen der Quantenteilung für hohe Ordnungszahlen $q_{n+1}-q_n$ klein ist gegen q_n. Dadurch vereinfacht sich der Ausdruck (24) zu:

$$N\cdot\tau\cdot W_n(q_n)\cdot f(q_n)\cdot(q_{n+1}-q_n) \tag{25}$$

oder auch, da die große Zahl n als stetig veränderlich betrachtet werden kann:

$$N\cdot\tau\cdot W_n(q_n)\cdot f(q_n)\cdot\frac{dq_n}{dn}\,. \tag{25a}$$

Diese Form besitzt vor (25) den wichtigen Vorzug, daß sie, ebenso wie $W\cdot dq$, allgemein invariant ist in bezug auf die Wahl des Zustandsparameters q.

Soll nun für hohe Ordnungszahlen die Emission nach der klassischen Theorie übereinstimmen mit der Emission nach der Quantentheorie, so muß für hohe Ordnungszahlen die rechte Gleichungsseite von (23) übergehen in den durch N dividierten Ausdruck (25a):

$$\sum s_n = \tau f(q_n)\cdot W_n(q_n)\cdot\frac{dq_n}{dn}\,,$$

woraus nach (23) als Grenzbedingung folgt:

$$\frac{1}{2}\,\overline{r_n^2}\left(W_{n-1}(q_n)-W_n(q_n)\right)=\tau f(q_n)W_n(q_n)\frac{dq_n}{dn}\,. \tag{26}$$

Die Hypothese, die wir einführen, um die Verteilungsdichte aller Systeme im stationären Zustand vollständig zu berechnen, besteht nun darin, daß die Gleichung (26) ganz allgemein, für alle Ord-

nungszahlen n, als gültig angenommen wird. Dabei ist der Differentialkoeffizient $\frac{dq_n}{dn}$ natürlich so zu verstehen, daß n bei der Ausführung der Differentiation als stetig veränderlich behandelt wird.

§ 11.

Die Bestimmung des stationären Zustandes für eine große Anzahl N von Systemen, die sich in einem gegebenen Strahlungsfelde befinden, vom Standpunkt der Quantenhypothese gestaltet sich demnach folgendermaßen: Zuerst werden aus den Gesetzen der Einwirkung der Strahlung auf ein einzelnes System die Werte von r und r^2 ganz nach den Gesetzen der klassischen Theorie abgeleitet (Einstrahlung). Dann kann man die Gleichung (11) für das Innere je eines Elementargebietes integrieren, und erhält dadurch W für jedes Elementargebiet als Funktion von q, bis auf eine besondere für das Elementargebiet charakteristische Integrationskonstante. Diese Integrationskonstante ergibt sich aus der Bedingung (26) für die Grenze je zweier Elementargebiete, da die Funktion $f(q)$, die Emission der klassischen Theorie, als bekannt vorauszusetzen ist.

So entspricht jedem beliebig gegebenen Strahlungsfelde eine ganz bestimmte stationäre Verteilungsdichte $W(q)$ der darin befindlichen Systeme, und man kann sich die Frage stellen, wie beschaffen das Strahlungsfeld sein muß, damit die entsprechende Verteilungsdichte $W(q)$ übereinstimmt mit derjenigen, die man, ganz ohne Rücksicht auf die Strahlung, auf thermodynamisch-statistischem Wege, aus der Bedingung des Maximums der Wahrscheinlichkeit, bei gegebener Gesamtenergie der Systeme findet. Daß sich dann für das Strahlungsfeld die Energieverteilung der schwarzen Strahlung ergibt, habe ich bereits für geradlinige Oszillatoren[1] und für rotierende elektrische Dipole mit festen Achsen[2] gezeigt. Den entsprechenden Nachweis für den Fall freier Drehungsachsen denke ich demnächst zu veröffentlichen.

§ 12.

Jetzt möge der Bewegungszustand eines jeden der N gleichbeschaffenen Systeme von zwei unabhängigen positiven Parametern q und v (z. B. Energie und Rotationsmoment) abhängig angenommen werden. Dann ist auch die Verteilungsdichte von diesen beiden Variablen abhängig, in der Art, daß die Anzahl der Systeme, deren Pa-

[1] Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1915, S. 512.
[2] Elster-Geitel-Festschrift, 1915, S. 313.

rameter bzw. in den Gebieten (q, dq) und (u, du) liegen, dargestellt wird durch

$$N \cdot W(q, u) \cdot dq du, \tag{27}$$

wobei

$$\int_0^\infty \int_0^\infty W(q, u) dq du = 1. \tag{28}$$

Die kleinen und unregelmäßigen Veränderungen, welche durch äußere Störungen in den Werten von q und u hervorgerufen werden, seien bzw. mit r und v bezeichnet. Dieselben lassen sich für alle N Systeme unmittelbar versinnlichen durch die Verschiebungen von N Punkten mit den geradlinigen Koordinaten q und u in einer gemeinsamen Ebene. Wir fragen nach der Änderung, welche die Verteilungsdichte W an einer bestimmten Stelle (q, u) im Verlauf der Zeit τ erleidet, und nach den Bedingungen des stationären Zustandes.

Von N' Systemen, welche zur Zeit t genau die nämlichen Werte von q und u besitzen, möge die Anzahl derjenigen, deren Verschiebungen in der Zeit τ bzw. zwischen r und $r + dr$, v und $v + dv$ liegen, gleich sein:

$$N' \cdot \phi_{qu}(r, v) dr dv, \tag{29}$$

wobei

$$\int_{-R}^{+R} \int_{-V}^{+V} \phi_{qu}(r, v) dr dv = 1. \tag{30}$$

Hier bedeuten R und V die Beträge der größten Verschiebungen, die überhaupt in der Zeit τ vorkommen können, wobei nach der Voraussetzung

$$R \ll q, \qquad V \ll u \tag{31}$$

Von der Funktion ϕ wissen wir nur, daß ihr Wert mit wachsendem $|r|$ und $|v|$ schnell abnimmt, während wir sie als nach q und u differentiierbar voraussetzen.

§ 13.

Nun fassen wir alle Systempunkte ins Auge, welche sich zur Zeit t in dem Gebiet (dq, du) befinden, welches so klein gewählt ist, daß dq und du sehr klein sind gegen $|r|$ und $|v|$. Dann werden nach Ablauf der Zeit τ wesentlich alle diese Punkte das betrachtete Gebiet verlassen haben. Dagegen sind nach der Zeit τ aus der Nachbarschaft eine Anzahl Punkte in das Gebiet (dq, du) übergetreten, und diese wollen wir jetzt berechnen. Zu dem Zweck verfahren wir genau

in der Weise, wie es in § 3 für einen einzigen Parameter geschildert wurde, und erhalten so für die gesuchte Zahl der Systempunkte, welche sich zur Zeit $t+\tau$ in dem Gebiet (dq, du) befinden, ganz analog der Gleichung (4c):

$$N dq du \int\limits_{q-R}^{+R} \int\limits_{u-1}^{+1} W(q', u') \phi_{q' u'}(q-q', u-u') dq' du'$$

oder, wenn man statt q' und u' als Integrationsvariable $r = q - q'$ und $v = u - u'$ einführt:

$$N dq du \int\limits_{-R}^{+R} \int\limits_{-1}^{+1} W(q-r, u-v) \phi_{q-r, u-v}(r, v) dr dv .$$

Entwickelt man den Ausdruck hinter dem Integralzeichen ebenso wie in § 3 nach Potenzen von r und v und integriert Glied für Glied, so erhält man schließlich, ganz entsprechend dem dortigen Resultat, für die Änderung der Verteilungsdichte in der Zeit τ:

$$\frac{\partial W}{\partial t}\tau = -\frac{\partial}{\partial q}(W\bar{r}) - \frac{\partial}{\partial u}(W\bar{v}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q^2}(W\overline{r^2}) + \frac{\partial^2}{\partial q \partial u}(W\overline{rv}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial u^2}(W\overline{v^2}), \quad (32)$$

wobei zur Abkürzung gesetzt ist:

$$\int\limits_{-R}^{+R} \int\limits_{-1}^{+1} r \phi_{qu}(r, v) dr dv = \bar{r},$$

und entsprechend für die anderen Größen.

§ 14.

Bezeichnet man als stationären Zustand einen solchen, bei welchem die lokale Verteilungsdichte der Systeme sich nirgends mit der Zeit ändert, so ist für das Bestehen des stationären Zustandes notwendig und hinreichend, daß in (32) die rechte Gleichungsseite verschwindet. Aber ein solcher Zustand läßt im allgemeinen noch einseitige Strömungen zu, nämlich Bewegungen zyklischer Art, bei denen die Systempunkte in geschlossenen Bahnen zirkulieren, so daß in jedes Gebiet ebensoviel Systempunkte von einer Seite eintreten, wie nach einer anderen Seite aus ihm austreten. Der Betrag dieser Strömung läßt sich durch eine der in § 5 angestellten ähnliche Betrachtung ermitteln. Beim thermodynamisch-statistischen Gleichgewicht scheinen aber derartige Strömungen nicht vorzukommen.

Zur Aufstellung der Bedingungen des »stromlosen« Zustandes ist es am einfachsten, den Satz zu benutzen, daß je zwei Gebiete sich

stets gleichviel Systempunkte gegenseitig zusenden, oder, genauer gesprochen, daß die Zahl derjenigen Systempunkte, welche zur Zeit t im Gebiet (dq, du), zur Zeit $t+\tau$ aber im Gebiet (dq', du') liegen, gleich ist der Zahl derjenigen Systempunkte, welche zur Zeit t im Gebiet (dq', du'), zur Zeit $t+\tau$ aber im Gebiet (dq, du) liegen. Die mathematische Formulierung dieser Bedingung ergibt sich ganz analog dem im § 6 eingeschlagenen Verfahren als die folgende:

$$W(q, u) \cdot \phi_{qu}(q'-q, u'-u) = W(q', u') \cdot \phi_{q'u'}(q-q', u-u')$$

oder, wenn gesetzt wird:

$$q' = q + r, \quad u' = u + v,$$

$$\begin{aligned} W(q, u) \cdot \phi_{qu}(r, v) &= W(q+r, u+v) \cdot \phi_{q+r, u+v}(-r, -v) \\ &= W(q, u) \cdot \phi_{qu}(-r, -v) + r \frac{\partial}{\partial q}\{W(q, u) \cdot \phi_{qu}(-r, -v)\} \\ &\quad + v \frac{\partial}{\partial u}\{W(q, u) \cdot \phi_{qu}(-r, -v)\}. \end{aligned}$$

Daraus, wenn wir von jetzt an zur Abkürzung die Indizes q und u überall fortlassen:

$$W\{\phi(r, v) - \phi(-r, -v)\} = \frac{\partial}{\partial q}\{r \cdot W \cdot \phi(-r, -v)\} + \frac{\partial}{\partial u}\{v \cdot W \cdot \phi(-r, -v)\}.$$

Multipliziert man beide Seiten dieser Gleichung mit r und integriert dann über r von 0 bis R, über v von 0 bis V bei konstantem q und u, so ergibt sich mit Rücksicht darauf, daß

$$\int_0^R \int_0^V r \cdot \phi(-r, -v)\, dr\, dv = -\int_{-R}^0 \int_{-V}^0 r \cdot \phi(r, v)\, dr\, dv,$$

und daß auf der rechten Seite ohne merklichen Fehler

$$\phi(-r, -v) = \phi(r, v)$$

gesetzt werden kann:

$$W\bar{r} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial q}(W\overline{r^2}) + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial u}(W\overline{rv}).$$

Ganz ebenso erhält man:

$$W\bar{v} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial q}(W\overline{rv}) + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial u}(W\overline{v^2}). \qquad (33)$$

Diese beiden Gleichungen geben die notwendige und hinreichende Bedingung für den stromlosen Zustand. Sind sie erfüllt, so ist notwendig auch der Ausdruck (32) gleich Null, was man in der Tat sogleich erkennt, wenn man die erste Gleichung nach q, die zweite nach u differentiiert und dann die Gleichungen addiert.

§ 15.

Die im vorstehenden entwickelten Sätze lassen sich leicht auf den Fall beliebig vieler unabhängiger Parameter $q_1, q_2, \ldots$ ausdehnen, es wird daher genügen, hier einfach die Resultate auszusprechen, mit gleichzeitiger Angabe derjenigen auf einen einzigen Parameter q bezüglichen Sätze, deren Verallgemeinerungen sie darstellen.

Die in der Zeit τ eintretende Änderung der Verteilungsdichte $W(q_1, q_2 \ldots)$ bestimmt sich aus der Gleichung:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial W}{\partial t}\tau = & -\frac{\partial}{\partial q_1}(W\overline{r_1}) - \frac{\partial}{\partial q_2}(W\overline{r_2}) - \frac{\partial}{\partial q_3}(W\overline{r_3}) - \cdots \\ & + \frac{\partial^2}{\partial q_1 \partial q_2}(W\overline{r_1 r_2}) + \frac{\partial^2}{\partial q_1 \partial q_3}(W\overline{r_1 r_3}) + \frac{\partial^2}{\partial q_2 \partial q_3}(W\overline{r_2 r_3}) + \cdots \\ & + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q_1^2}(W\overline{r_1^2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q_2^2}(W\overline{r_2^2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial q_3^2}(W\overline{r_3^2}) + \cdots\end{aligned}\right\} \quad (34)$$

als Verallgemeinerung der Gleichung (7).

Für einen stationären Zustand verschwindet der Ausdruck (34). Soll aber der Zustand nicht nur stationär, sondern auch »stromlos« sein, so sind folgende Bedingungen notwendig und hinreichend:

$$\left.\begin{aligned}W\overline{r_1} &= \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_1}(W\overline{r_1^2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_2}(W\overline{r_1 r_2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_3}(W\overline{r_1 r_3}) + \cdots \\ W\overline{r_2} &= \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_1}(W\overline{r_1 r_2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_2}(W\overline{r_2^2}) + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial q_3}(W\overline{r_2 r_3}) + \cdots \\ & \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\end{aligned}\right\} \quad (35)$$

als Verallgemeinerung der Gleichung (11). Ihre Erfüllung bewirkt natürlich auch das Verschwinden des Ausdrucks (34).

Wenn den unregelmäßigen Verschiebungen $r_1, r_2, r_3 \ldots$ von wechselnden Vorzeichen andere regelmäßige Verschiebungen $r'_1, r'_2, r'_3 \ldots$ von konstanten Vorzeichen beigesellt sind (vgl. § 7), so treten in den Formeln (35) für den stationären stromlosen Zustand nur noch die Glieder $Wr'_1, Wr'_2, Wr'_3, \ldots$ auf den linken Gleichungsseiten hinzu, als Verallgemeinerungen von (17); die rechten Seiten bleiben ganz unverändert.

Die Verwertung dieser allgemeinen Formeln für die Bedürfnisse der Quantentheorie zur Aufstellung der Bedingungen an den Grenzen je zweier Elementargebiete möge hier noch unterbleiben.

Ausgegeben am 24. Mai.



1917.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Roethe setzte seine Mitteilungen über Goethes 'Campagne in Frankreich' fort. (Ersch. später.)

Besprochen wird eine Reihe von Nebenquellen, wie der 'Originalbriefwechsel der Emigrierten' u. a. Es ergibt sich, daß Goethe in weiter Ausdehnung seine Erinnerung aus gedruckten Materialien ergänzte, daß ihm aber tagebuchartige Aufzeichnungen aus dem Feldzug selbst über das in der Sophienausgabe Mitgeteilte hinaus nur in sehr geringem Umfange vorgelegen haben. Eine stilistische Analyse stellt die weitgehende Einheitlichkeit der sprachlichen Gestaltung im Altersstil fest. Nur wenige kürzere Partien heben sich so heraus, daß darin Spuren früherer Niederschrift gesehen werden könnten.

2. Hr. Seckel sprach über die Doktorandenanrede des Wilhelmus Accursii an seinen Promotor und Bruder Franciscus Accursii vom Dezember 1265. (Ersch. später.)

Es wurde gezeigt, daß eine namenlos und zeitlos im cod. lat. Paris. 4489 überlieferte Ansprache, die schon Savigny erwähnt hat und die neuerdings gedruckt, aber vom Herausgeber in ihrer Bedeutung nicht erkannt wurde, nichts anderes ist als die Ende 1265 zu Bologna gehaltene Promovendenrede Wilhelms, eines der Söhne des Glossators Accursius. Aus der nunmehr nach Datum, Ort und Verfasserschaft festgelegten Ansprache ergeben sich neue Erkenntnisse für die Entwicklungsgeschichte der Doktorpromotion und für die Lebensgeschichte des Franciscus Accursii.

Ausgegeben am 24. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1917 XXVI

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 11, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

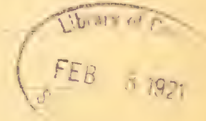
1917.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



24. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

*1. Hr. Warburg sprach über die Theorie der photochemischen Vorgänge.

Die theoretischen und experimentellen Ergebnisse, welche die Anwendung der Quantentheorie auf die photochemischen Vorgänge bis jetzt geliefert hat, werden im Zusammenhang dargestellt.

2. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt:

die physikalisch-mathematische Klasse Hrn. Engler zur Fortführung des Werkes »Das Pflanzenreich« 2300 Mark; Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens »Das Tierreich« 4000 Mark und zur Fortführung der Arbeiten am Nomenclator animalium generum et subgenerum 3000 Mark; Hrn. Dr. Theodor Roemer in Bromberg zu Vererbungsstudien an Pflanzen als zweite Rate 600 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Schmiedeknecht in Blankenburg in Thüringen zur Beendigung seines Werkes »Opuscula Ichneumonologica« 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. August Thienemann in Münster i. W. zu Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen als zweite Rate 1000 Mark;

die philosophisch-historische Klasse Hrn. Hintze zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Korrespondenz Friedrichs des Großen 6000 Mark; zur Fortführung der Arbeiten der Deutschen Kommission 4000 Mark; zur Fortführung der Arbeiten der Orientalischen Kommission 20000 Mark; für die Bearbeitung des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmäßigen Beitrag von 5000 Mark hinaus noch 1000 Mark; zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der ägyptischen Sprache 1500 Mark; zur Herstellung eines altsiamesischen Index zu dem im vorigen Jahre

mit 5000 Mark Druckzuschuß unterstützten Werk des Hrn. Dr. Karl Döhring in Berlin über Siamesische Tempelanlagen 200 Mark.

3. Die Akademie hat auf den Vorschlag der vorberatenden Kommission der Bopp-Stiftung aus den Erträgnissen der Stiftung Hrn. Bibliothekar Dr. Walter Schubring in Berlin zur Veröffentlichung von Jaina-Schriften 1350 Mark zuerkannt.

Die Akademie hat in der Sitzung vom 3. Mai den vormaligen Professor der Meteorologie an der Universität Uppsala Hugo Hildebrand Hildebrandsson zum korrespondierenden Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Klasse gewählt.

Eine arische Anschauung über den Vertragsbruch.

Von Heinrich Lüders.

(Vorgelegt am 22. Februar 1917 [s. oben S. 171].)

Die indischen Rechtsbücher bestimmen, daß der Richter die Zeugen vor Abgabe ihrer Aussage zu vermahnen habe, bei der Wahrheit zu bleiben. So schreibt Nārada 1, 200 vor:

purāṇair dharmavacanaiḥ satyamāhātmyakīrtanaiḥ |
anṛtasyāpavādaiś ca bhṛśam uttrāsayed imān ||

»Durch alte Dharmasprüche, die die Erhabenheit der Wahrheit preisen und die Lüge tadeln, soll er sie (die Zeugen) in gewaltige Furcht versetzen.«

Die gleiche Vorschrift gibt Bṛhaspati 7, 19 (Jolly):

satyapraśaṃsāvacanair anṛtasyāpavādanaiḥ |
sabhyaiḥ sa bodhanīyas tu dharmaśāstrapravedibhiḥ ||

Denselben Brauch bezeugen aber auch schon die älteren Werke, Yājñavalkya (2.73 *sakṣiṇaḥ śrāvayet*), Manu (8.79 *sabhāntaḥ sakṣiṇaḥ prāptan . . . prāḍvivakō 'nuyuñjīta vidhinā tena sāntvayan*), Viṣṇu (8, 24 *sākṣiṇaś ca śrāvayet*), Baudhāyana (1. 19, 9 *sakṣiṇam daivam*[1] *uddiṣṭam yatnāt pṛcched vicakṣaṇaḥ*), und mir scheint, daß auch Āpastamba ihn im Sinne gehabt hat, wenn er 2, 29, 7 den Zeugen *ubhayataḥ samākhyāpyaḥ* nennt, »nach beiden Seiten hin zu belehren«, d. h. über den Lohn für die Wahrheit und über die Strafe für die Lüge[2]. Die meisten

[1] So lesen die Grantha und Nāgarī-Handschriften. Die Telugu-Handschrift des Kommentars des Govindasvāmin und die Nāgarī-Abschrift einer Malayālam-Handschrift haben *tv evam*, das Govinda seiner Erklärung zugrunde legt und Bühler und Hultzsch angenommen haben. Ich bezweifle, daß das richtig ist. *Uddiś* ist hier offenbar wie andere Verben des Sagens mit doppeltem Akkusativ konstruiert: »Ein Verständiger soll den Zeugen befragen, der über das, was ihm von den Göttern droht, belehrt ist.« Auf Govinda ist nach dem, was Hultzsch S. VIII bemerkt, kein Gewicht zu legen.

[2] Bühler übersetzt »after having been exhorted to be fair to both sides«, aber Haradatta erklärt offenbar richtig: *ubhayata ubhayor api pakṣayoḥ | satyavacanena cāsatyavacanena sākṣiṇo yad bhāviphalaṃ tat satyaṃ brūhi | anṛtaṃ tyaktvā satyena svargam eṣyasi | anṛtam uktvā mahāghoraṃ narakaṃ pratipatsyasa ityādinā prakāreṇa*

Rechtsbücher enthalten denn auch mehr oder weniger umfangreiche Proben solcher Ermahnungsreden des Gerichtsherrn, so Baudh. 1, 19. 10—12; Vas. 16, 32—34; Viṣṇu 8, 25—37; Manu 8, 80—86; 89—101; Yājñ. 2, 73—75; Nār. 1, 201—228; Bṛh. 7, 20f.

In der zweiten Rede bei Manu stehen unter andern die folgenden Verse (8, 97—100):

yāvato bāndhavān yasmin hanti sākṣye 'nṛtam vadan |
tāvataḥ saṃkhyayā tasmin cṛṇu saumyānupūrvaśaḥ || 97
pañca paśvanṛte hanti daśa hanti gavānṛte |
śatam aśvānṛte hanti sahasraṃ puruṣānṛte || 98
hanti jātān ajātāṃś ca hiraṇyārthe 'nṛtaṃ vadan |
sarvaṃ bhūmyanṛte hanti mā sma bhūmyanṛtaṃ vadīḥ || 99
apsu bhūmivad ity āhuḥ strīṇāṃ bhoge ca maithune |
abjeṣu caiva ratneṣu sarveṣv aśmamayeṣu ca || 100

»Vernimm nun, mein Lieber, in richtiger Aufzählung, wie viele Verwandte bei verschiedenen Arten der Zeugenaussage derjenige tötet, der die Unwahrheit spricht. Fünf tötet er bei einer Lüge um ein Kleinvieh, zehn tötet er bei einer Lüge um eine Kuh, hundert tötet er bei einer Lüge um ein Pferd, tausend bei einer Lüge um einen Sklaven[1]. Die Geborenen und die Ungeborenen tötet er, wenn er um Gold eine Lüge spricht. Alles tötet er bei einer Lüge um Land. Sprich daher nicht eine Lüge um Land. (Bei einer Lüge) um Wasser, um den geschlechtlichen Verkehr mit Frauen und um Juwelen, die im Wasser entstanden sind, und allen, die aus Stein bestehen, ist es wie (bei der Lüge) um Land; so behauptet man.«

Vers 97—99 kehrt in der entsprechenden Rede bei Nārada wieder (1, 207—209)[2] mit dem an die Spitze gestellten Halbvers (206):

paśugo'śvapuruṣāṇāṃ hiraṇyaṃ bhūr yathākramam.

Die kürzere Version des Werkes schiebt hinter 207 (= M. 97) noch den Vers ein:

annānṛte janma hanti dve vā sasyānṛte tathā |
trīṇi yānānṛte hanti caturthaṃ vāhanānṛte ||

»Bei einer Lüge um Speise tötet er eine Geburt, ebenso zwei bei einer Lüge um Saat; drei tötet er bei einer Lüge um einen Wagen, die vierte bei einer Lüge um ein Zugtier.«

---

samākhyāpya prāḍvivākādibhiḥ pṛṣṭa iti śeṣaḥ. Die handschriftlich bezeugte Lesart *samakhyāpyaḥ* scheint mir besser als das grammatisch falsche *samākhyapya*, das Bühler aufgenommen hat.

[1] Bühler: »concerning men«, mit der Note »i. e. slaves«. Zur Bedeutung des Wortes vergleiche den Mantra bei Kauś. 133, 3 *mama gāvo mamāśvā mamājāś cāvayaś ca mamaiva puruṣā bhavan* (erg. *vaśe*); Suttanipāta 769 *khettaṃ vatthuṃ hiraññaṃ vā gavāssaṃ dāsaporisaṃ* | *thiyo bandhū puthu kāme yo naro anugijjhati*; usw.

[2] Lesarten in 207: *bāndhavāṃs tasmin; tāvataḥ saṃpravakṣyāmi.*

In der kurzen Ermahnungsrede bei Vasiṣṭha erscheint nur M. 98, und zwar mit der Lesart *kanyānṛte* für *paśvanṛte* (16, 34).

Auch Baudhāyana führt in seiner Rede die Verse M. 98, 99[c d] auf, im übrigen weicht aber sein Text ab (1, 19, 11—12):

trīn eva ca pitṝn hanti trīn eva ca pitāmahān |
sapta jātān ajātāṃś ca sākṣī sākṣyaṃ mṛṣā vadan || 11
hiraṇyārthe 'nṛte hanti trīn eva ca pitāmahān |
pañca paśvanṛte hanti daśa hanti gavānṛte ||
śataṃ aśvānṛte hanti sahasraṃ puruṣānṛte |
sarvaṃ bhūmyanṛte hanti sākṣī sākṣyaṃ mṛṣā vadan || 12

»Der Zeuge, der ein falsches Zeugnis ablegt, tötet drei Väter und drei Großväter, sieben[1] Geborene und Ungeborene. Bei einer Lüge um Gold tötet er drei Großväter. Fünf tötet er bei einer Lüge um ein Kleinvieh«, usw.

Endlich kehrt der Inhalt der Manu-Strophen in Sūtraform und nicht als Teil einer Ermahnungsrede, sondern als Lehre des Śāstra[2] bei Gautama 13, 14—22 wieder:

kṣudrapaśvanṛte sākṣī daśa hanti || 14 *go'śvapuruṣabhūmiṣu daśaguṇottarān* || 15 *sarvaṃ vā bhūmau* || 16 *haraṇe narakaḥ* || 17 *bhūmivad apsu* || 18 *maithunasaṃyoge ca* || 19 *paśuvan madhusarpiṣoḥ* || 20 *govad vastrahiraṇyadhānyabrahmasu* || 21 *yāneṣv aśvavat* || 22

»Bei einer Lüge um ein Kleinvieh tötet der Zeuge zehn; um eine Kuh, ein Pferd, einen Sklaven, Land in jedem folgenden Falle zehnmal soviel (als im vorhergehenden); oder alles um Land. Für die Wegnahme (von Land) ist die Hölle (die Strafe). Um Wasser ist es wie um Land; und (ebenso) um geschlechtlichen Verkehr. Um Honig und Schmelzbutter ist es wie um ein Kleinvieh. Um Kleider, Gold, Getreide, den Veda ist es wie um eine Kuh. Um einen Wagen ist es wie um ein Pferd.«

Die Gautama-Dharmasūtras gelten als das älteste uns erhaltene Rechtsbuch, und man könnte daher denken, daß auch die Form, in der uns die Anschauungen über die Folgen der falschen Zeugenaussage hier vorliegen, die älteste sei. Ich halte das für ganz unwahrscheinlich. So gewiß im allgemeinen auf dem Gebiete des Dharma wie in andern Wissenschaften die versifizierten Lehrbücher jünger sind als

[1] Bühler: »three fathers and three grandfathers, i. e. seven ancestors«, was mir nicht klar ist.

[2] Wie sehr man aber gewohnt war, diese Worte als direkt an die Zeugen gerichtet anzusehen, zeigt die Bemerkung Haradattas zu 13, 22: *anye tu kṣudrapaśvanṛta ityārabhya sākṣiśrāvaṇe yojayanti* | *kṣudrapaśvanṛte sākṣiṇo daśapaśuhananadoṣaḥ* | *tasmāt tvayā satyam eva vaktavyam iti sākṣī śrāvayitavya iti* | *evaṃ sarvatropariṣṭād api.*

die in Prosa abgefaßten, so gewiß scheint es mir zu sein, daß die Sūtraverfasser so und so oft alte Memorialverse in Prosa aufgelöst haben[1], und daß das auch hier der Fall gewesen ist, dafür spricht meines Erachtens nicht nur die metrische Form bei Baudhāyana und Vasiṣṭha, sondern auch der ganze Charakter dieser Äußerungen. Gautama war zu der Umwandlung der Verse in Prosa geradezu gezwungen, da er es sich bekanntlich zum Prinzip gemacht hat, überhaupt keine metrischen Regeln aufzunehmen. Dazu kommt, daß sich, wie wir später sehen werden, beweisen läßt, daß jene Sūtras nicht die originelle Schöpfung Gautamas, sondern einer älteren Quelle entlehnt sind.

Auch inhaltlich ist Gautamas Fassung gewiß nicht die ursprünglichste. Alle, auch die nachher aus den Epen und dem Pañcatantra anzuführenden Strophen, sprechen von der Lüge um eine Kuh, ein Pferd und einen Sklaven. Diese drei können wir also mit vollkommener Sicherheit der ältesten Fassung zuschreiben. Aber auch das Kleinvieh bildet offenbar ursprünglich den Anfang der Reihe: es fügt sich ungezwungen ein, während das Mädchen, das Vasiṣṭha dafür einsetzt, nicht recht in den Rahmen paßt, wenigstens nicht an erster Stelle. Als alt muß ferner auch die Lüge um Land gelten, wenn sie auch bei Vasiṣṭha, der nur einen Śloka zitiert, fehlt; sie bildet bei Gautama, Baudhāyana, Manu und Nārada deutlich den Gipfelpunkt und Abschluß der Reihe. Ganz unwahrscheinlich ist dagegen die Ursprünglichkeit der Lüge um Gold. Das Gold steht allerdings bei Manu und Nārada zwischen dem Sklaven und dem Land, aber in den älteren Werken außerhalb der Reihe, und zwar bei Gautama dahinter, bei Baudhāyana davor. Und auch bei Manu und Nārada paßt es eigentlich gar nicht in die Reihe hinein, da *jātān ajātāṃś ca* doch ganz dasselbe ist wie *sarvaṃ* und somit die Steigerung, die sicherlich ursprünglich beabsichtigt ist, fehlt. Was bei Gautama und Manu hinter der Lüge um Land aufgeführt ist, wird schon durch die Art der Anführung als spätere Zutat charakterisiert[2]. Und wie man die Reihe am Schluß vervollständigt hat, so hat man sie auch am Anfang erweitert. Daß der aus der kürzeren Version des Nārada ange-

[1] Ich muß es mir versagen, das hier durch Beispiele im einzelnen zu belegen. In zahlreichen Fällen schimmert der ursprünglich metrische Charakter von Sūtras noch deutlich durch, in andern ergibt er sich aus dem Inhalt oder durch Vergleich mit der Spruchliteratur.

[2] Die genaue Übereinstimmung im Wortlaut zwischen Manu 100ᵃᵇ und Gaut. 18, 19 läßt auf direkten Zusammenhang schließen, und da der Verfasser der Manusmṛti, wie M. 3, 16 zeigt, Gautama kannte, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß Manu 100ᵃᵇ gerade aus Gautama entnommen ist. Ein zweiter Fall, wo Manu in einem Zusatze zu einem volkstümlichen Spruche mit Gautama übereinstimmt, ist die Regel über die eßbaren Tiere; vgl. ZDMG. 61, 642.

führte und nur hier überlieferte Vers sekundär ist, ist wohl selbstverständlich. Das gleiche gilt aber auch von Baudh. 11, 12[a]. Über den Inhalt von 12[a] ist schon gesprochen; Vers 11 kann ursprünglich gar nicht mit Vers 12 verbunden gewesen sein, weil die beiden Verse inhaltlich gar nicht zu vereinigen sind. In Vers 11 wird ja allgemein die Tötung von drei Vätern, drei Großvätern und sieben Geborenen und Ungeborenen als Folge des falschen Zeugnisses, ohne jede Rücksicht auf die Art der Aussage, hingestellt. Was die Zahlen der Getöteten betrifft, so steht Gautama mit seinem »10, 100, 1000, 10000, 100000 oder *sarvam*« allen anderen Quellen[1] gegenüber, die anstatt dessen »5, 10, 100, 1000, *sarvam*« nennen. In Indien hat immer die Sucht bestanden, Zahlen ins Ungemessene zu steigern. Wir werden daher schon prinzipiell die niedrigeren Zahlen als die älteren ansehen müssen, und das Schwanken Gautamas zwischen 100000 und *sarvam* beweist, daß ihm die Fassung mit dem *sarvam* bekannt war. Aus der Vergleichung der Dharmaśāstras ergibt sich also als die wahrscheinlich älteste Form des Memorialverses:

kṣudrapaśvanṛte pañca daśa hanti gavānṛte[2] |
śatam aśvānṛte hanti sahasraṃ puruṣānṛte |
sarvam bhūmyanṛte hanti . . . .

Der letzte Pāda muß, da die Quellen hier auseinandergehen, zunächst zweifelhaft bleiben. Das Resultat ist nicht überraschend. Die auf Grund innerer Indizien erschlossene Form ist, abgesehen von einer inhaltlich belanglosen und unsicheren Variante, genau diejenige, die der Vers bei Baudhāyana zeigt, also in der ältesten Quelle, die ihn überhaupt in metrischer Form bietet.

Dieser Memorialvers hat sein Gegenstück auch im Rāmāyaṇa. Hier steht 4, 34, 9:

śatam aśvānṛte hanti sahasraṃ tu gavānṛte |
ātmānaṃ svajanaṃ hanti puruṣaḥ puruṣānṛte ||

»Hundert tötet er bei einer Lüge um ein Pferd, tausend aber bei einer Lüge um eine Kuh; sich selbst und die Angehörigen tötet der Mensch bei einer Lüge um einen Menschen.«

Es wird wohl niemand bezweifeln, daß Vālmīki, als er die Strophe dichtete, den alten Memorialvers im Sinne hatte. Er beabsichtigte

---

[1] Nur das Rāmāyaṇa, das aber nicht direkte Quelle ist, nennt noch andere Zahlen; siehe nachher.

[2] Diese Lesung möchte ich mit Rücksicht auf Gautama für die älteste halten, zumal sie, wie wir sehen werden, tatsächlich belegt ist. Selbstverständlich ist es bei solchen Versen in vielen Fällen unmöglich, den ältesten Wortlaut bis in alle Einzelheiten hinein festzustellen.

allerdings kein wörtliches Zitat, und so erklärt es sich, daß er ihn unvollständig wiedergibt und andere Zahlen nennt. Der Unvollständigkeit hat der spätere Bengali-Bearbeiter abzuhelfen versucht; er fügt (hinter 34, 14) noch die Zeilen hinzu:

hanti jātān ajātāṃś ca bhūmyarthe tv anṛtaṃ vadan |
bhūmyanṛtena tulyaṃ ca puruṣānṛtam ucyate |
kulam āsaptamaṃ hanti naro bhūmyanṛtaṃ vadan ||

Das Merkwürdige ist nun, daß die Strophe bei Vālmīki eine ganz andere Bedeutung hat. Sie ist dem Lakṣmaṇa in den Mund gelegt, der dem Sugrīva Vorwürfe macht, daß er sein Versprechen nicht gehalten habe, zum Lohn für die ihm von Rāma gewährte Hülfe die Sītā zu suchen. In welchem Sinne die Strophe zu verstehen ist, geht deutlich aus den unmittelbar vorhergehenden Worten hervor:

yas tu rājā sthito 'dharme mitrāṇām upakāriṇām |
mithyā pratijñāṃ kurute ko nṛśaṃsataras tataḥ ||

»Gibt es wohl einen gemeineren Menschen als den König, der, in Unrecht verharrend, Freunden, die ihm Dienste leisten, sein Versprechen nicht wahr macht?«

Vālmīki bezog also den Memorialvers nicht auf den falschen Zeugen, sondern auf den König, der sein Versprechen in bezug auf Schenkungen an seine Diener nicht hält, und wir haben die Frage zu entscheiden, ob seine Auffassung oder die der Dharmaśāstras die ursprünglichere ist. Es scheint mir zweifellos zu sein, daß sie zugunsten Vālmīkis entschieden werden muß. Es läßt sich zunächst schwer ein Grund erdenken, warum aus der unerschöpflichen Fülle von Dingen, auf die sich die Aussage von Zeugen vor Gericht beziehen kann, gerade Kleinvieh, Kuh, Pferd, Sklave und Land ausgewählt sein sollten. Gerade die späteren Zusätze mit ihren zum Teil ganz anders gearteten Gegenständen wie dem *maithunasaṃyoga* zeigen, wie wenig jene Liste genügte. Andererseits ist aber die Liste ein vollständiges Verzeichnis der Dinge, mit denen ein indischer König die ihm geleisteten Dienste zu bezahlen pflegt, und insbesondere gilt die Schenkung von Land, genau wie in der Liste, als die höchste der Gaben.

Dazu kommt ein Zweites. Schon Hopkins hat in einer Note in seiner und Burnells Übersetzung des Manu bemerkt (zu 8, 98), daß es seltsam sei, daß das heilige Tier, die Kuh, hier an Rang unter dem Pferde und, wie wir hinzufügen können, unter dem Sklaven und Land zu stehen scheine. Ein falsches Zeugnis in bezug auf einen geheiligten Gegenstand dürfte doch sicherlich eine schwerere Sünde sein als ein anderes. Man wird die Berechtigung dieser Bemerkung an-

erkennen müssen. Allein die Sache ändert sich vollständig, wenn der Memorialvers ursprünglich auf einen vertragsbrüchigen König ging. So hoch auch der ideale Wert der Kuh in den Augen eines Hindu gewesen sein mag, ihr tatsächlicher Wert stand sicherlich stets hinter dem eines Pferdes oder eines Sklaven zurück, von Land ganz zu schweigen. Es ist daher ganz natürlich, daß der König, wenn er seiner Verpflichtung in bezug auf eine Kuh nicht nachkommt, eine kleinere Sünde begeht als in den später genannten Fällen. Vielleicht hat man übrigens später in Indien ähnliche Bedenken gehabt wie Hopkins, und die Vertauschung von Kuh und Pferd, wie sie im Rāmāyaṇa und in dem nachher angeführten Spruche des Pañcatantra vorliegt, ist nicht zufällig. Daß in diesem Punkte aber die Dharmaśāstras das Ältere bewahrt haben, wird, wie wir sehen werden, auch durch das Mbh. bestätigt.

Wir gelangen so zu dem Schlusse, daß in den Dharmaśāstras ein Spruch, der ursprünglich der Rājanīti angehört, auf den falschen Zeugen umgedeutet ist[1]. Es läßt sich weiter aber auch nachweisen, daß in der Vorlage, auf die Gautamas Sūtras zurückgehen, der Spruch noch seine ursprüngliche Bedeutung hatte. Bei Gautama folgen auf das Sūtra *sarvam ca bhūmau* unmittelbar die Worte *haraṇe narakaḥ*. Ihr Auftreten in diesem Zusammenhange ist sehr seltsam. »Land wegnehmen«, d. h. die einem Tempel oder einem Brahmanen oder sonst einer Privatperson verliehenen Güter wieder einziehen, kann überhaupt nur der König. Ich brauche nur auf die bekannten Verwünschungssprüche in den Inschriften zu verweisen, in denen dem Könige, der Land konfisziert, die Höllenstrafen angedroht werden; alle drei Ausdrücke des Sūtra, *bhūmi*, *hṛ* und *naraka* kehren hier wieder:

ṣaṣṭiṃ varṣasahasrāṇi svarge modati bhūmidaḥ |
ācchettā cānumantā ca tāny eva narake vaset ||
svadattāṃ paradattāṃ vā yo hareta vasundharām |
ṣaṣṭiṃ varṣasahasrāṇi narake pacyate dhruvam ||[2]

Die Worte *haraṇe narakaḥ* bei Gautama können sich also nur auf den König beziehen. Wie sollte nun aber der Gedanke hier plötzlich von dem Zeugen auf den König abirren? Die ganze Schwierig-

[1] Vielleicht hat sich eine Andeutung des ursprünglichen Sachverhaltes noch darin erhalten, daß Manu 8, 89 der undankbare Betrüger eines Freundes mit dem falschen Zeugen auf eine Stufe gestellt wird:

brahmaghno ye smṛtā lokā ye ca strībālaghātinaḥ |
mitradruhaḥ kṛtaghnasya te te syur bruvato mṛṣā ||

[2] In dieser Fassung z. B. Ep. Ind. IV, 197. Für ähnliche Fluch- und Segenssprüche vgl. die Sammlungen bei Pargiter, Hultzsch und Jolly, JRAS. 1912, 248 ff. 476; 1913, 674 ff.

keit verschwindet, wenn sich die vorausgehenden Regeln ursprünglich gar nicht auf den Zeugen, sondern auf den König beziehen. Der Übergang von dem Könige, der das versprochene Land nicht gibt, zu dem Könige, der das einmal geschenkte Land wieder wegnimmt, ist leicht genug. Wir können, glaube ich, sogar noch einen Schritt weiter gehen. Ist es richtig, daß Gautama den alten Memorialvers gekannt und in Sūtras aufgelöst hat, so können wir jetzt wohl behaupten, daß der letzte Pāda dieses Verses in der ältesten Gestalt, wie er Gautama vorlag, anstatt der Worte *sākṣī sākṣyaṃ mṛṣā vadan* (Baudh.) oder *mā sma bhūmyanṛtaṃ vadīḥ* (Manu, Nār.) eine Wendung wie *haraṇe narakaḥ smṛtaḥ* enthielt. Daß man diese Worte später beseitigte, weil sie auf den Zeugen bezogen absolut keinen Sinn hatten, ist begreiflich: inhaltlos genug ist es, was bei Manu an ihre Stelle gesetzt ist.

Die Geschichte unseres Memorialverses ist damit noch nicht zu Ende. Udyogaparvan, Kap. 35, erzählt Vidura dem Dhṛtarāṣṭra ein *itihāsa purātana*, den Saṃvāda des Daitya Virocana mit dem Brahmanen Sudhanvan. Bei dem Svayaṃvara der Keśinī waren die beiden über die Frage in Streit geraten, wem der Vorrang gebühre. Sie wetten um ihr Leben und tragen auf Sudhanvans Vorschlag Prahrāda, dem Vater des Virocana, die Entscheidung an. Prahrāda, im Innern von der Überlegenheit des Brahmanen überzeugt, macht Ausflüchte; er könne die Frage nicht beantworten, da sein einziger Sohn eine der streitenden Parteien sei. Als Sudhanvan trotzdem auf eine Entscheidung drängt, sagt Prahrāda:

atha yo naiva prabrūyāt satyaṃ vā yadi vānṛtam |
etat sudhanvan pṛcchāmi durvivaktā sma kiṃ vaset || 30

»Wenn einer nun aber weder die Wahrheit noch die Unwahrheit sagt, danach frage ich dich, Sudhanvan, wie bringt der die Nacht zu, der schlecht antwortet?«

Sudhanvan antwortet:

yāṃ rātrim adhivinnā strī yāṃ caivākṣaparājitaḥ |
yāṃ ca bhārābhitaptāṅgo durvivaktā sma tāṃ vaset || 31
nagare pratiruddhaḥ san bahirdvāre bubhukṣitaḥ |
amitrān bhūyasaḥ[1] *paśyed yaḥ sākṣyam anṛtaṃ vadet* || 32

»Eine Nacht, wie sie eine Frau hinbringt, die von einer Nebenbuhlerin verdrängt ist, oder einer, der im Würfelspiel verloren hat, oder einer, dem der Leib vom Lastentragen schmerzt, eine solche Nacht bringt der hin, der schlecht antwortet. In der Stadt eingeschlossen, soll hungernd vor den Toren mächtigere Feinde sehen, wer

[1] N^c^ *bhūyaśaḥ*.

eine unwahre Zeugenaussage macht.« Daran schließen sich die beiden Strophen Manu 98 und 99[1]. Prahrāda fällt darauf das Urteil zugunsten des Sudhanvan, der über seine Gerechtigkeit erfreut, ihm das Leben des Sohnes schenkt. Vidura zieht aus der Geschichte den Schluß:

tasmād rājendra bhūmyarthe nānṛtaṃ vaktum arhasi |
mā gamaḥ sasutāmātyo nāśaṃ putrārtham abruvan || 39

»Daher darfst du, großer König, nicht um Land willen die Unwahrheit sprechen; gehe nicht mitsamt deinen Söhnen und Dienern zugrunde, indem du um deines Sohnes willen nichts sagst.«

Es kann niemandem entgehen, daß die Verse 32—34 hier gar nicht am Platze sind. Was sollen hier Äußerungen über den Meineid des Zeugen? Prahrāda tritt in der Geschichte doch nicht als Zeuge auf, sondern als Richter. Und ebensowenig ist Dhṛtarāṣṭra, der sich an dem Betragen Prahrādas ein Beispiel nehmen soll, ein Zeuge: auch er ist der König, der über die Ansprüche der Pāṇḍavas auf ihr Gebiet zu entscheiden hat. Aber auch davon abgesehen bilden jene Verse gar keine richtige Antwort auf die in Vers 30 gestellte Frage. Prahrāda fragt, wie es dem ergehe, der weder die Wahrheit noch die Unwahrheit sagt, also entweder unbestimmt und zweideutig oder gar nicht antwortet; in Vers 32—34 werden ihm aber die Folgen einer Lüge auseinandergesetzt. Das alles läßt darauf schließen, daß der Text hier nicht in Ordnung ist. Tatsächlich wird auch der uns angehende Teil der Geschichte in der südindischen Rezension ganz anders dargestellt[2]. Als Prahrāda nicht weiß, wie er aus dem Dilemma herauskommen soll, sieht er einen Haṃsa, den weisen, allwissenden Dhṛtarāṣṭra[3]. An ihn wendet er sich zunächst mit der Frage, ob er in diesem Falle ein Urteil abgeben müsse. Der Haṃsa bejaht es. Darauf legt Prahrāda ihm die Frage vor:

atha yo naiva vibrūyān na satyaṃ nānṛtaṃ vadet[4] |
haṃsa tattvaṃ ca pṛcchāmi kiyad enaḥ karoti saḥ || 35

Der Haṃsa antwortet:

pṛṣṭo dharmaṃ na vibrūyād gokarṇaśithilaṃ caran |
dharmād bhraśyati rājaṃs tu nāsya loko 'sti na prajāḥ || 36
dharma etān saṃrujati yathā nadyas tu kūlajān |
ye dharmam anupaśyantas tūṣṇīṃ dhyāyanta āsate || 37

---

[1] Lesart: *vadeḥ* für *vadīḥ*.

[2] Der Text der Kumbakonam-Ausgabe ist durch zahllose schlechte Lesarten entstellt. Ich habe zur Vergleichung eine Handschrift in Grantha und eine in Telugu herangezogen, kann aber hier nur die wichtigsten Verbesserungen geben.

[3] Es ist mit den Handschriften *dhṛtarāṣṭraṃ mahāprājñaṃ* zu lesen.

[4] So die Handschriften (T *vānṛtaṃ*); Ausgabe: *prabrūyāt satyaṃ vā yadi vānṛtam* nach N.

śreṣṭho 'rdhaṃ tu haret tatra bhavet pādaś ca kartari |
pādas teṣu sabhāsatsu yatra nindyo na nindyate || 38
anenā bhavati śreṣṭho mucyante 'pi sabhāsadaḥ |
kartāram eno gacchec ca[1] *nindyo yatra hi nindyate* || 39

»Wenn einer auf Befragen nicht das, was Rechtens ist, spricht, indem er sich schwankend wie ein Kuhohr benimmt, der kommt um (den Lohn des) Rechtes, o König; für ihn gibt es keine Welt, keine Nachkommen. Das Recht zerbricht, wie Flüsse die am Ufer wachsenden (Bäume), diejenigen, welche, obwohl sie das Recht erkennen, schweigend in Nachdenken dasitzen. Der König trägt die Hälfte (der Schuld), ein Viertel fällt dem Täter zu, ein Viertel den Mitgliedern des Gerichtshofes, wenn der Schuldige nicht für schuldig erklärt wird. Frei von Schuld ist der König, auch die Mitglieder des Gerichtshofes sind befreit, und die Schuld fällt dem Täter zu, wenn der Schuldige für schuldig erklärt wird.«

Dann wendet sich Prahrāda mit einer neuen Frage an den Haṃsa:

mohād vā caiva kāmād vā mithyāvādaṃ yadi bruvan |
dhṛtarāṣṭra tattvaṃ pṛcchāmi durvivaktā tu kāṃ[2] *vaset* || 40

»Wenn einer aus Verblendung oder Begier eine Unwahrheit spricht, — Dhṛtarāṣṭra, ich frage nach der Wahrheit — wie bringt der die Nacht hin, der schlecht entscheidet.«

Von der Antwort des Haṃsa ist die erste Strophe (41) mit N 31 identisch[3]. Die folgende lautet hier aber mit anderem Schlusse:

nagare pratiruddhaḥ san bahirdvāre bubhukṣitaḥ |
amitrān bhūyasaḥ paśyan durvivaktā tu tāṃ vaset || 42

Es folgt noch:

yāṃ ca rātriṃ abhidrugdho yāṃ ca putre priye mṛte[4] |
sarvasvena ca hīno yo durvivaktā tu tāṃ vaset || 43

»Und eine Nacht, wie sie ein Betrogener hinbringt, oder einer, dem sein lieber Sohn gestorben ist, oder einer, der um seine ganze Habe gekommen ist, eine solche Nacht bringt der hin, der schlecht entscheidet.« Daran schließen sich dann die beiden Strophen Manu 98 und 99[5].

---

[1] So die Handschriften; Ausgabe: *gacched vā*.
[2] Ausgabe *kiṃ*.
[3] Abweichend nur *tu* für *sma*.
[4] So ist mit den Handschriften anstatt des sinnlosen *mitre priye 'nṛte* der Ausgabe zu lesen.
[5] Abweichend G (nicht T) *kanyānṛte* für *paśvanṛte*.

Diese Darstellung ist im Gegensatze zu der von N durchaus lückenlos und folgerichtig, so daß ich nicht daran zweifle, daß uns in S der ursprüngliche Text vorliegt, während N einen verstümmelten und wahrscheinlich unter dem Einflusse der Dharmaśāstras veränderten Text bietet[1]. Jedenfalls ergibt sich aus S, daß sich die Verse über die Tötung der fünf usw. hier weder auf den falschen Zeugen beziehen noch auf den König, der den versprochenen Lohn nicht zahlt, sondern auf den König, der in einem Rechtsstreit um ein Kleinvieh, eine Kuh, ein Pferd, einen Sklaven, Gold oder Land wissentlich ein falsches Urteil fällt. In genau demselben Sinne erscheint der erste jener Verse im Pañcatantra im Textus simplicior und in Pūrṇabhadras Version. Die Umstände, die zur Erwähnung des Verses Anlaß geben, sind ähnlich wie in dem Itihāsa. Ein Hase und ein Haselhuhn streiten um den Besitz einer Höhle und rufen die Entscheidung eines Katers an. Dieser belehrt sie über die Eigenschaften eines Richters zunächst in einer Strophe, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Mbh. S 5, 35, 40 hat[2]:

mānād vā yadi vā lobhāt krodhād vā yadi vā bhayāt |
yo nyāyam anyathā brūte sa yāti narakaṃ naraḥ ||

»Der Mann, der aus Hochmut oder Habsucht oder Zorn oder Furcht ein falsches Urteil fällt, fährt zur Hölle.« Daran schließt sich der Vers:

pañca paśvanṛte hanti[3] *daśa hanti gavānṛte* |
śataṃ kanyānṛte hanti sahasraṃ puruṣānṛte ||

R. Narasimhachar hat ferner, JRAS. 1913, S. 388, darauf hingewiesen, daß in einer Schenkungsurkunde des Gaṅga-Königs Mādhavavarman (um 400 n. Chr.) neben den üblichen Segens- und Verwünschungssprüchen die Verse stehen:

kṣudrapaśvanṛte pañca daśa hanti gavānṛte |
śataṃ aśvānṛte hanti sahasraṃ puruṣānṛte ||
hanti jātān ajātāṃś ca suvarṇasyānṛte prabhoḥ[4] |
sarvaṃ bhūmyanṛte hanti mā sma bhūmyanṛtaṃ vadet ||

Trotz der unverkennbaren Anlehnung an Manus Text können sich diese Verse nicht wie bei jenem auf den falschen Zeugen beziehen, der an dieser Stelle nichts zu suchen hat. Sie können nur, wie alle

[1] Bei dem Ausfall der Verse S 35^d—40^c in N scheint die Vermischung der gleich auslautenden Pādas 35^c (*haṃsa tattvaṃ ca pṛcchāmi*) und 40^c (*dhṛtarāṣṭra tattvaṃ pṛcchāmi*) eine Rolle gespielt zu haben.

[2] Bühler 3, 107; Kosegarten 3, 108; Pūrṇabh. 3, 97.

[3] Bühler *ekam aśvānṛte hanti*. Hier sind also Kuh und Pferd vertauscht: vgl. S. 353.

[4] Lies *prabho*.

solche Verwünschungssprüche in den Inschriften, auf den König gehen, und man kann höchstens schwanken, ob sie dem König gelten, der seine Versprechungen nicht erfüllt oder dem, der ein falsches Urteil abgibt. Ich möchte das letztere für das Wahrscheinlichere halten.

Die Bedeutung, die der Memorialvers im Mbh., in der Inschrift und im Pañc. hat, steht, wie man sieht, der ursprünglichen noch sehr nahe, viel näher jedenfalls als die Bedeutung, die die Dharmaśāstras damit verbinden. Der Spruch gehört hier noch immer der Rājanīti an; von dem Könige, der selbst seine Diener um den versprochenen Lohn betrügt, zu dem Könige, der über ähnliche Ansprüche an dritte Personen falsch entscheidet, ist nur ein kleiner Schritt. Die ursprüngliche Bedeutung selbst aber kann hier nicht vorliegen. In Gautamas Vorlage, der ältesten erschließbaren Quelle, würde sonst das *bhūmyanṛta* mit dem *haraṇa* identisch sein, was wegen der verschiedenen darauf gesetzten Strafen nicht der Fall sein kann. Außerdem spricht, wie wir sehen werden, ein außerindisches Zeugnis gegen die Ursprünglichkeit dieser Auffassung. Wir müssen also annehmen, daß man den alten Spruch über den wortbrüchigen König später einerseits auf den ungerecht urteilenden König, anderseits auf den falschen Zeugen umgedeutet hat.

Merkwürdig ist es nun, daß sich diese Umdeutung von Sprüchen der Rājanīti auf den falschen Zeugen immer wiederholt. Die ersten sieben Gāthās des Mahāpadumajātaka (472) enthalten die Rede der Höflinge des Königs Brahmadatta, die ihren Herrn warnen, übereilt und grausam gegen seinen fälschlich angeklagten Sohn zu verfahren. Nur die letzte dieser Gāthās nimmt auf den besonderen Fall Bezug; die übrigen sind allgemeine Sprüche über die Pflichten eines Königs bei der Justizverwaltung. Sie sind durchaus nicht etwa buddhistisch; vier von ihnen lassen sich vielmehr in mehr oder weniger ähnlicher Form auch bei Manu nachweisen[1].

G. 5 und 6 lauten:

n'ekantamudunā sakkā ekantatikhinena vā |
attaṃ mahante ṭhāpetuṃ tasmā ubhayam ācare ||
paribhūto mudu hoti atitikkho ca veravā |
etañ ca ubhayaṃ ñatvā anumajjhaṃ samācare ||

»Weder ein ausschließlich Milder noch ein ausschließlich Strenger kann sich in einer hohen Stellung behaupten; daher übe man beides. Der Milde wird unterdrückt, und der allzu Strenge macht sich Feinde; dies beides aber einsehend, halte man sich in der Mitte.«

[1] G. 1 und ihr Gegenstück, G. 4, habe ich bisher in der brahmanischen Literatur nicht gefunden. Dem Sinne nach entspricht Mbh. 12, 70, 7 *nāparīkṣya nayed daṇḍam*.

Damit vergleicht sich Manu 7, 140:

tīkṣṇaś caiva mṛduś ca syāt kāryaṃ vīkṣya mahīpatiḥ |
tīkṣṇaś caiva mṛduś caiva rājā bhavati saṃmataḥ ||

»Der König muß nach Prüfung des Falles sowohl streng als auch milde sein; ein König, der sowohl streng als auch milde ist, steht in Ansehen.«

Diese Gedanken über den Nutzen, den die Paarung von Strenge und Milde bringt, kehren auch im Mbh. oft wieder, und die Verse des Epos stehen den Gāthās zum Teil näher als die Strophe Manus. So findet sich der letzte Pāda von G. 5 wörtlich in 12, 56, 21:

mṛdur hi rājā satataṃ laṅghyo bhavati sarvaśaḥ |
tīkṣṇāc codvijate lokas tasmād ubhayam ācara[1] ||

und 12, 102, 33:

dveṣyo bhavati bhūtānām ugro rājā Yudhiṣṭhira |
mṛdum apy avamanyante tasmād ubhayam ācaret ||

Beide Verse gehören Abschnitten an, die Bhīṣma dem Yudhiṣṭhira als eigene Weisheit vorträgt. Mbh. 12, 56, 39, ein Śloka, der nach N^b aus dem Lehrbuch des Bṛhaspati stammt[2], enthält das Verbum *paribhū* in demselben Zusammenhang wie G. 6:

kṣamamāṇaṃ nṛpaṃ nityaṃ nīcaḥ paribhavej janaḥ |
hastiyantā gajasyeva śira evāruruksati ||

Bhīṣma zieht daraus den Schluß, Vers 40:

tasmān naiva mṛdur nityaṃ tīkṣṇo naiva bhaven nṛpaḥ |
vāsantārka iva śrīmān na śīto na ca gharmadaḥ ||

Ausführlich wird die Frage über den Nutzen von *kṣamā* und *tejas* in dem als *itihāsa purātana* bezeichneten Saṃvāda zwischen Prahrāda und Bali Vairocana abgehandelt (Mbh. 3, 28). Von den Strophen seien hier angeführt:

Vers 7: *yo nityaṃ kṣamate tāta bahūn doṣān sa vindati |*
bhṛtyāḥ paribhavanty enam udāsīnās tathārayaḥ ||

Vers 14 (von dem Milden):

athāsya dārān icchanti paribhūya kṣamāratāḥ |

---

[1] So N^c; N^b *āśraya*; Kumb. *ācaret.*

[2] Vers 38: *bārhaspatye ca śāstre ca śloko nigaditaḥ purā |*
asminn arthe mahārāja tan me nigadataḥ śṛṇu ||

Mit Var. auch Kumb. 55, 38. In N^c fehlt der Vers.

Vers 19 (von dem Strengen):

saṃtāpadveṣamohāṃś ca śatrūṃś ca labhate naraḥ |

Vers 23f: *tasmān nātyutsṛjet tejo na ca nityaṃ mṛdur bhavet* |
kāle kāle tu saṃprāpte mṛdus tīkṣṇo 'pi vā bhavet ||
kāle mṛdur yo bhavati kāle bhavati dāruṇaḥ |
sa vai sukham avāpnoti loke 'muṣminn ihaiva ca ||

Vers 36: *mṛdur bhavaty avajñātas tīkṣṇād udvijate janaḥ* |
kāle prāpte dvayaṃ caitad yo veda sa mahīpatiḥ ||

Aber auch in andern *itihasa puratana* kehren ähnliche Verse wieder: so in dem Saṃvāda zwischen Bhāradvāja und König Śatruṃjaya, Mbh. 12, 140, 65:

mṛdur ity avajānanti tīkṣṇa ity udvijanti ca |
tīkṣṇakāle bhavet tīkṣṇo mṛdukāle mṛdur bhavet ||

und in dem Saṃvāda zwischen Bṛhaspati und Indra. Mbh. 12. 103. 34:

mṛdum apy avamanyante tīkṣṇād udvijate janaḥ |
mā tīkṣṇo mā mṛdur bhūs tvaṃ tīkṣṇo bhava mṛdur bhava ||

In Sūtras aufgelöst erscheint der alte Memorialvers in Prak. 1 des Kauṭilīyaśāstra[1]: *tīkṣṇadaṇḍo hi bhūtanām udvejanīyaḥ* | *mṛdudaṇḍaḥ paribhūyate* | *yathārhadaṇḍaḥ pūjyaḥ,* was im Kāmandakīyaśāstra, 2. 37, wieder versifiziert ist:

udvejayati tīkṣṇena mṛdunā paribhūyate |
daṇḍena nṛpatis tasmād yuktadaṇḍaḥ praśasyate[2] ||

Viel genauer als alle angeführten Verse stimmt aber mit G. 6 eine Strophe überein, deren Herkunft leider nicht feststeht. Sie findet sich in der Subhāṣitāvali in der Nītipaddhati 2692 unter Strophen, die die Unterschrift *etc śrī Vyasamuneḥ* tragen[3], und in der Śārṅgadharapaddhati 1397 in der Rājanīti, deren Strophen nach der Unterschrift Rājanītis, Smṛtis, Bhārata und Rāmāyaṇa entnommen sind. Sie lautet:

mṛdoḥ paribhavo nityaṃ vairaṃ tīkṣṇasya nityaśaḥ |
utsṛjyaitad dvayaṃ tasmān madhyāṃ vṛttiṃ samāśrayet ||

Die Übereinstimmungen zwischen dieser Strophe und der Pali Gāthā gehen so ins Einzelne[4], daß mir die Annahme eines direkten

[1] Auch andere Sūtras dieses Abschnittes lassen sich auf alte Memorialverse zurückführen.

[2] Wiederholt mit abweichendem Text in der zweiten Hälfte (*tasmād yathārhato daṇḍaṃ nayet pakṣam anāśritaḥ*) in 6, 15.

[3] Hinter 2791. Es ist aber natürlich zweifelhaft, ob nach der Absicht Vallabhadevas diese Unterschrift noch für 2692 gilt.

[4] Man vergleiche auch noch den Wechsel zwischen *āśraya* und *ācara* in Mbh. 12, 56, 21.

Zusammenhanges unabweislich erscheint, und ich glaube, daß wir mit ziemlicher Sicherheit der Pali Gāthā die Priorität zuschreiben können. Jedenfalls aber können wir G. 5 und 6 als Verse der Rājanīti in der Volkssprache bezeichnen. Das gleiche gilt für G. 3:

adaṇḍiyaṃ daṇḍiyati daṇḍiyañ ca adaṇḍiyaṃ |
andho va visamaṃ maggaṃ na jānāti samāsamaṃ ||

»Wer den nicht zu Bestrafenden bestraft und den zu Bestrafenden nicht bestraft, der kennt nicht Recht und Unrecht wie ein Blinder (nicht) einen unebenen Weg (findet).«

Bei Manu 8, 128 lautet die Strophe:

adaṇḍyān daṇḍayan rājā daṇḍyāṃś caivāpy adaṇḍayan |
ayaśo mahad āpnoti narakaṃ caiva gacchati ||

»Der König, der die nicht zu Bestrafenden bestraft und die zu Bestrafenden nicht bestraft, erlangt große Schande und fährt zur Hölle[1].«

Eine Rājanīti-Strophe ist jedenfalls auch G. 2:

yo ca appaṭivekkhitvā daṇḍaṃ kubbati khattiyo |
sakaṇṭakaṃ so gilati jaccandho va samakkhikaṃ ||

Wir können das nur übersetzen: »Und der König, der, ohne (den Sachverhalt) ordentlich geprüft zu haben, eine Strafe verhängt, gleicht einem Blindgeborenen, der (Fische) mitsamt den Gräten und mitsamt den (darauf sitzenden) Fliegen verschlingt.« Schon das Fehlen des eigentlichen Objektes im Hauptsatze macht es aber meines Erachtens völlig klar, daß hier ein Fehler bei der Übertragung des Ardhamāgadhī-Originals in das Pali gemacht ist[2], und daß der letzte Pāda ursprünglich etwa lautete: *jādiyandhe va macchiyaṃ. Macchiya* = sk. *matsyaka* verwechselte der Übersetzer mit dem viel häufigeren *macchiya* = sk. *makṣikā*, p. *makkhikā* und machte dann den Text danach zurecht. Daß der ursprüngliche Sinn ist: »Der verschlingt wie ein von Geburt an Blinder Fisch mitsamt den Gräten«, wird durch die entsprechende Strophe bei Manu, 8, 95, bestätigt:

andho matsyān ivāśnāti sa naraḥ kaṇṭakaiḥ saha |
yo bhāṣate 'rthavaikalyam apratyakṣaṃ sabhāṃ gataḥ ||

[1] Dem Sinne nach ähnlich, aber dem Wortlaute nach fernerstehend ist Viṣṇu 5, 195:

daṇḍyaṃ pramocayan daṇḍyād dviguṇaṃ daṇḍam āvahet |
niyuktaś cāpy adaṇḍyānāṃ daṇḍakārī narādhamaḥ ||

Vgl. auch Yājñ. 2, 243.

[2] Das Bild von dem Manne, der Reis mitsamt den Hülsen und Halmen und Fische mitsamt den Schuppen und Gräten (*matsyān saśakalān sakaṇṭakān*) ißt, gebraucht auch Patañjali, Mahābh. (Kielhorn) II, 144; 172; 245. Vom Verschlucken von Fliegen ist aber sonst meines Wissens nicht die Rede.

Die Zusammengehörigkeit der beiden Strophen ist jedenfalls unbestreitbar, bei Manu aber bezieht sich die Strophe nicht auf den König, sondern auf den Zeugen, der vor Gericht seine Aussage macht; sie gehört wiederum der obenerwähnten Ermahnungsrede des Richters an die Zeugen an. Bühler übersetzt daher: »Der Mann, der in einem Gerichtshof einen unwahren Bericht von einem Sachverhalt gibt (oder eine Tatsache behauptet), von der er kein Augenzeuge gewesen ist, der gleicht einem Blinden, der Fische mitsamt den Gräten verschluckt.« So läßt sich der Text allenfalls verstehen, wenn auch nicht zu leugnen ist, daß den Worten der zweiten Verszeile und besonders dem *arthavaikalyam* ein Sinn untergelegt wird, der zum mindesten ungewöhnlich ist. Nun lautet die Strophe in der Mātṛkā der Nāradasmṛti 3, 14:

andho matsyān ivāśnāti nirapekṣaḥ sakaṇṭakān |
parokṣam arthavaikalyād bhāṣate yaḥ sabhāṃ gataḥ ||

Der Zusammenhang läßt keinen Zweifel darüber, daß der *sabhāṃ gataḥ* der Richter ist, der *sabhya*, wie er in Vers 3, 4, 11, 15, 17 oder *sabhāsad*, wie er in Vers 5, 7, 8, 9, 12, 13 genannt wird, und ebensowenig kann es zweifelhaft sein, daß der Sinn der Strophe ist: »Wer als Richter aus mangelhafter Kenntnis des Sachverhalts ein unklares Urteil abgibt, der gleicht einem Blinden, der unbekümmert Fische mitsamt den Gräten ißt.« So kommt auch der Vergleich zu seinem Rechte: der Richter, der sich die Sache nicht ordentlich ansieht, handelt wie ein Blinder oder, wie der Kommentator Asahāya durch seine Bemerkung *evaṃ śāstracakṣuḥ* andeutet, es fehlt ihm das Auge des Śāstra. Es scheint mir unter diesen Umständen vollkommen sicher, daß auch hier die Beziehung der Strophe auf den Zeugen sekundär ist.

Läßt sich somit in zwei Fällen beweisen, daß Sprüche der Rājanīti auf den falschen Zeugen umgedeutet sind, so werden wir in andern Fällen, wo uns in der Überlieferung eine zwiespältige Auffassung entgegentritt, nicht anders urteilen. Die Strophe *yāṃ ratriṃ adhivinna strī*, die sich Mbh. S 5, 35, 41 auf den schlechten Richter bezieht, steht bei Nārada 1, 203[1] in der Ermahnungsrede an die Zeugen. Ebenso ist der Spruch über den schlechten Richter Mbh. S 5, 35, 36 in jene Ermahnungsrede eingefügt, allerdings mit großen Umänderungen (1, 204):

sākṣī sākṣye samuddiśan gokarṇaśithilaṃ vacaḥ |
sahasraṃ vāruṇān pāśān muñkte sa bandhanād dhruvam ||

[1] Lesart nur *sa* für *tu* oder *sma*.

Bisweilen können wir die allmähliche Umwandlung des Spruches noch erkennen. Mbh. S 5, 35, 37 heißt es von dem Richter, der sich um die Entscheidung herumdrückt:

dharma etān saṃrujati yathā nadyas tu kūlajān |
ye dharmam anupaśyantas tūṣṇīṃ dhyāyanta āsate ||

Bei Nārada, Mātṛkā 3, 11, bezieht sich der Spruch ebenfalls noch auf den Richter:

ye tu sabhyāḥ sabhāṃ prāpya tūṣṇīṃ dhyāyanta āsate |
yathāprāptaṃ na bruvate sarve te 'nṛtavādinaḥ ||

Bei Viṣṇu 8, 37 ist er aber auf den Zeugen übertragen:

jānanto 'pi hi ye sākṣye tūṣṇīmbhūtā upāsate |
te kūṭasākṣiṇāṃ pāpais tulyā daṇḍena cāpy atha ||

Bei Yājñavalkya heißt es endlich, 2, 77:

na dadāti ca yaḥ sākṣyaṃ jānann api narādhamaḥ |
sa kūṭasākṣiṇāṃ pāpais tulyo daṇḍena caiva hi ||

Die letzte Strophe hat mit der des Mbh. nicht mehr die geringste Ähnlichkeit, und doch hängen sie im Grunde miteinander zusammen.

Ähnlich liegt die Sache bei der Strophe über den schlecht entscheidenden König, Mbh. S 5, 35, 42:

nagare pratiruddhaḥ san bahirdvāre bubhukṣitaḥ |
amitrān bhūyasaḥ paśyan durvivaktā tu tāṃ vaset ||[1]

Bei Nārada 1, 202, heißt es in der Rede an die Zeugen in der kürzeren Version:

nagare pratiruddhaḥ san bahirdvārī bubhukṣitaḥ |
amitrān bhūyaśaḥ paśyed yaḥ sākṣyam anṛtaṃ vadet ||

In der längeren Version ist die erste Zeile dieser Strophe abgeändert worden, offenbar weil man eingesehen hatte, daß die Worte durchaus nicht für den Zeugen paßten. Sie lautet hier:

nagno muṇḍaḥ kapālena paradvāre bubhukṣitaḥ |

In dieser Form steht die Strophe der noch viel durchgreifender umgearbeiteten Fassung nahe, die in den Ermahnungsreden bei Vasiṣṭha 16, 33 und Manu 8, 93 erscheint und die Nārada selbst in 1, 201 anführt:

nagno muṇḍaḥ kapālī ca[2] *bhikṣārthī kṣutpipāsitaḥ* |
andhaḥ śatrukule[3] *gacched yaḥ sākṣyam anṛtaṃ vadet* ||

[1] Dem Sinne nach steht dem Manu 8, 174 nahe:

yas tv adharmeṇa kāryāṇi mohāt kuryān narādhipaḥ |
acirāt taṃ durātmānaṃ vaśe kurvanti śatravaḥ ||

[2] M. N. *kapālena*.

[3] M. *śatrukulaṃ*, N. *śatrugṛhaṃ*.

In dem *śatrukule gacchet*, das als Fluch für den Zeugen ziemlich unmotiviert erscheint, hat sich noch eine Spur von den Feinden erhalten, die ursprünglich das Reich des ungerechten Königs vernichten.

Mit der Tendenz, die uns bei diesen Umdeutungen immer wieder entgegentritt, wird es auch in Zusammenhang stehen, wenn in die Mbh. S 5, 35, 38; 39 entsprechenden Strophen bei Baudh. 1, 19, 8, Manu 8, 18; 19 und Nārada, Mātṛkā 3, 12; 13 der Zeuge hineingebracht wird:

> *pādo 'dharmasya kartāraṃ pādo gacchati sākṣiṇam*[1] |
> *pādaḥ sabhāsadaḥ sarvān pādo rājānam ṛcchati* ||
> *rājā bhavaty anenāś ca*[2] *mucyante ca sabhāsadaḥ* |
> *eno gacchati kartāraṃ yatra nindyo hi nindyate*[3] ||

Daß in der ersten Strophe ursprünglich gar nicht von dem Zeugen die Rede war, scheint mir deutlich daraus hervorzugehen, daß er in der zweiten Strophe auch in den Dharmaśāstras nicht erwähnt wird. Auch hat der letzte Pāda der zweiten Strophe hier keine Entsprechung in der ersten; solche *yamaka*-Strophen pflegen aber, wie zahllose Beispiele zeigen, genau parallel zu sein. Dazu kommt, daß die Fassung des Epos sprachlich wie metrisch altertümlicher ist: man beachte insbesondere, wie der letzte Halbvers zuerst bei Baudh. und dann weiter bei Manu und Nār. geglättet wird[4].

Wir können aber, glaube ich, nicht nur die Umdeutung der alten Memorialverse auf den Zeugen konstatieren, sondern auch den Grund dafür angeben. Rücksichten auf praktische Bedürfnisse, die bei der Entstehung der gesamten älteren Dichtung in Indien eine Rolle gespielt haben, sind auch hier maßgebend gewesen. Als die Ermahnungsrede der Zeugen in der Gerichtsverhandlung üblich wurde, hatte man natürlich das Bestreben, sie so feierlich und eindrucksvoll wie möglich zu gestalten. Alte Sprüche sollten erklingen, wie Nārada ausdrücklich bemerkt, und so griff man, anstatt neue Verse zu schmieden, lieber auf die alten Nītisprüche zurück und dichtete und deutete sie um, so gut oder so schlecht das nun gehen mochte.

Kehren wir noch einmal zu dem Memorialverse, von dem wir ausgingen, zurück. Über den Ausdruck *pañca* usw. *hanti* gehen die Ansichten der Kommentatoren des Manu weit auseinander. Rāmacandra umschreibt *hanti* zunächst durch *ghātayati*, fügt dann aber hinzu

[1] M. N. *pādaḥ sākṣiṇam ṛcchati.*

[2] M. N. *anenās tu.*

[3] Handschriftlich auch *hi*; M. N. *nindārho yatra nindyate.* Inhaltlich entspricht Gaut. 13, 11: *sākṣisabhyarājakartṛṣu doṣo dharmatantrapīḍāyām.*

[4] Auch der zweideutige Ausdruck *pādodharmasya* ist sicher nicht ursprünglich.

yad vā narake yojayati pātayati »er macht sie in die Hölle fahren«, und im folgenden bleibt er bei dieser Erklärung. Die gleiche Erklärung geben Medhātithi (*pañca bāndhavāṃś cānṛtaṃ hanti tataś ca teṣāṃ narakapātanam*), Sarvajñanārāyaṇa (*narake pātayati*), Govinda (*narake yojayati*) und Kullūka (*narake yojayati*). Nach Rāghavānanda bewirkt der Schuldige, daß die Verwandten aus dem Himmel fallen und in Tierleibern wiedergeboren werden (*uttamalokāt pātayati tiryagyoniṃ prāpayati vā*; *hananaṃ tiryagyonitvaprāptiḥ*). Ähnlich sagt Nīlakaṇṭha zu Mbh. 5, 35, 33 *pañca pūrvajān . . . hanti nāśayati paralokāc cyāvayati*. Diese Erklärungen treffen sicherlich nicht das Richtige. Sie legen in *hanti* einen Sinn hinein, den das Wort ursprünglich unmöglich gehabt haben kann. Die Anschauung, daß die Lüge den Vätern schade, ist allerdings älter als jene Kommentare. Sie tritt z. B. in den Sprüchen Vas. 16, 32, 37 zutage:

brūhi sākṣin yathātattvaṃ lambante pitaras tava |
tava vākyam udīkṣāṇā utpatanti patanti ca ||
svajanasyārthe yadi vārthahetoḥ pakṣāśrayeṇaiva vadanti kāryam |
te śabdavaṃśasya kulasya pūrvān svargasthitāṃs tān api pātayanti ||

Ähnlich wie die Kommentatoren wird auch schon Baudhāyana den Spruch verstanden haben, wie die vorausgehenden Strophen 1, 19, 11; 12[ab] zeigen; aber gerade diese Strophen haben wir als nachträglichen Zusatz erkannt. Der Memorialvers selbst enthält nichts, was auf die Väter oder sonstige Verstorbene als die durch den Lügner vernichteten Personen hinwiese. Manu würde sich in der Einleitungsstrophe 8, 97 gewiß auch anders ausgedrückt haben, wenn er sie im Auge gehabt hätte, und selbst dem Bengali-Bearbeiter des Rām. lag noch der Gedanke an sie fern, wie sein Zusatz *kulam āsaptamaṃ hanti* zeigt.

Medhātithi, Sarvajñanārāyaṇa und Kullūka geben denn auch noch eine andere Erklärung: »er tötet fünf« soll soviel heißen wie »er lädt eine ebenso große Schuld auf sich, als ob er fünf getötet hätte« (Medh. *atha vā tair hatair yat pāpaṃ tad asya bhavatīty aghnann api hantīty ucyate*; Sarv. *kecit tu tāvatpuruṣahantṛdoṣo bhavatīty asyārtha ity āhuḥ*; Kull. *atha vā . . . yāvatāṃ bāndhavānāṃ hananaphalaṃ prāpnoti*). Haradatta zu Gaut. 13, 14 faßt das *hanti* ebenso auf, bezieht aber die Zahlen auf die in dem Sūtra angeführten Gegenstände: nach ihm lädt man sich durch die Lüge um ein Kleinvieh eine Schuld auf, als ob man zehn Stück Kleinvieh getötet hätte (*kṣudrapaśavo 'jāvikādayaḥ* | *tadviṣaye 'nṛtavadane sākṣī daśa hanti* | *teṣāṃ daśānāṃ vadhe yāvān doṣas tāvān asya bhavatīti*) und analog lautet die Erklärung in den übrigen Fällen. Diese dritte Erklärung gibt auch Rāma zu Rām. 4, 34, 9

neben der ersten (*śataṃ hanti śatāśvahananadoṣabhāk . . . gosahasrahananabhak . . . ātmaghātadoṣabhāk | nijaṃ puṇyalokaṃ naśayati rā | tathā svajanasya pitrādeḥ puṇyalokaṃ ca naśayati*). Daß Haradattas und Rāmas Erklärungen falsch sind, zeigt Manu zur Genüge. Aber auch Medhātithis, Sarvajñanārāyaṇas und Kullūkas zweite Erklärung ist viel zu gezwungen, um richtig zu sein.

Wenn im Grunde kein einziger Kommentator den Vers richtig versteht, so läßt das darauf schließen, daß die Anschauung, daß eine Lüge nicht dem Lügner selbst, sondern soundsovielen seiner Verwandten den Tod bringe, zu ihrer Zeit nicht mehr lebendig war. Daß sie zur Zeit der Abfassung der Manusmṛti bestand, zeigt die Angabe in 8, 108, daß ein Zeuge als meineidig gelten soll, wenn ihn innerhalb von sieben Tagen nach dem Tage seiner Aussage Krankheit, Feuer oder der Tod eines Verwandten trifft. Diese Anschauung geht aber bis in die vedische Zeit zurück. Über einen Lügner wird in RV. 7, 104, 15 (= AV. 8, 4, 15) der Fluch gesprochen, der mit der Erwähnung einer bestimmten Zahl von Verwandten auffällig mit unserm Memorialvers übereinstimmt:

ádhā sá vīraír daśábhir ví yūyā yó mā mógham yā́tudhānéty ā́ha

»Und um zehn Männer[1] soll der kommen, der mich fälschlich einen Zauberer nennt.«

Wir können aber die in unserm Memorialverse zutage tretende Anschauung noch weiter zurück verfolgen. Vendidād 4, 2 richtet Zaraþuštra an Ahura Mazdāh die Frage: *caiti aēte miþra tava yaṯ ahurahe mazdā*, »Wie viele sind deine, des Ahura Mazdāh, Verträge?« Ahura Mazdāh antwortet, es seien sechs, und zählt sie der Reihe nach auf: 1. *vacahinō*, 2. *zastā.marštō*, 3. *pasu.mazō*, 4. *staorō.mazō*, 5. *vīrō.-mazō*, 6. *daiŋ́hu.mazō*. Eine ähnliche Reihe findet sich in dem Fragment Vd. 4, 48: *hō upa.mərətō hāu aspərənō.mazō hāu anumayō.mazō hāu staorō.mazō hāu vīrō.mazō*.

In Vd. 4, 3—4 wird dann auseinandergesetzt, daß der folgende Vertrag immer stärker ist als der vorhergehende: *vacō paoirīm miþrəm kərənaoiti, zastō.masō ađāṯ framarəzaiti, zastō.masō ađāṯ antarə urvaitya fradaþaiti, pasu.mazo ađāṯ framarəzaiti, pasu.mazō ađāṯ antarə urvaitya fradaþaiti*, usw., »das Wort macht den ersten Vertrag. Der *zastō.masō* hebt (ihn) dann auf, der *zastō.masō* setzt (ihn) dann zwischen den beiden Vertragschließenden fort. Der *pasu.mazō* hebt (ihn) dann auf,

[1] Sāyaṇa RV. *daśabhir vīraiḥ putraiḥ | upalakṣaṇam etat | sarvair bandhujanaiḥ*; AV. *daśabhir daśasaṃkhyākair vīraiḥ putraiḥ*. Die Strophe enthält nach der Tradition bekanntlich den Schwur, mit dem sich Vasiṣṭha von der Anklage Viśvāmitras reinigte.

der *pasu.mazō* setzt (ihn) dann zwischen den beiden Vertragschließenden fort. usw.«[1].

In 4, 5ff. schließt sich daran die Frage: *cvat̰ aēšō miþrō aiwi.druxtō āstāraiti yō vacahinō,* »wie weit macht solcher Vertrag, (nämlich) der *vacahinō,* sündig, wenn er lügnerisch gebrochen worden ist?« Die Antwort lautet: *þriš satāiš hada.ciþanąm narąm nabānazdištanąm para.baraiti,* was BARTHOLOMAE, Altir. Wtb. 1757, übersetzt: »mit dreimal hundert mitbüßenden Männern aus der nächsten Verwandtschaft hat er es (die Schuld) wieder gutzumachen«. In denselben Formeln wird für die folgenden Verträge die Zahl der mitbüßenden Verwandten auf 600 (*xšvaš satāiš*), 700 (*hapta satāiš*), 800 (*ašta satāiš*), 900 (*nava satāiš*), 1000 (*hazaŋrəm*) festgesetzt.

In 4, 11—16 wird dann noch eine den genannten Zahlen entsprechende Zahl von Hieben für den Schuldigen bestimmt: *yō miþrəm aiwi.družaiti yim vacahinəm kā.hē asti ciþa . . . tišrō sata upāzananąm upāzōit̰ aspahe aštraya tišrō sata sraošō.caranaya,* usw.

Schon SPIEGEL, ZDMG. 30, 567f., hat diese Auseinandersetzungen des Avesta mit Manus Strophen über den falschen Zeugen zusammengestellt[2]. Die von SPIEGEL erkannte Übereinstimmung wird aber noch viel größer, wenn wir anstatt der Strophen Manus den Memorialvers in der Form und in der Bedeutung, die sich uns als die ältesten ergeben haben, der Vergleichung zugrunde legen. Da der indische Spruch ursprünglich nicht auf den falschen Zeugen, sondern auf den König geht, der den versprochenen oder ausbedungenen Lohn nicht zahlt, so handelt es sich im Indischen ebenso wie im Iranischen um eine Bestimmung über den Vertragsbruch. Die avestische Liste stimmt außerdem nun mit der indischen vom dritten Gliede ab in der Sache wie in der Reihenfolge aufs genaueste überein. Dem *pasu.mazō* entspricht das *paśvanṛtam,* dem *staorō.mazō* das *gavānṛtam* und das *aśvānṛtam.* Das av. *pasu* bezeichnet hier, wie an zahlreichen andern Stellen, wo es neben *staora* erscheint, genau wie das sk. *paśu* das Kleinvieh[3]; av. *staora,* das Großvieh, schließt, nach Vd. 7, 42 zu urteilen, außer Rind und Pferd auch noch Esel und Kamel ein[4]. Dem *vīrō.mazō* entspricht das *puruṣānṛtam.* BARTHOLOMAE, Altir. Wtb., 1454f., übersetzt *vīrō.mazō* »durch Ver-

---

[1] Ich schließe mich hier durchaus der Auffassung BARTHOLOMAES, Altir. Wtb. 1536f., an.

[2] Darnach JOLLY, Zeitschr. f. vergl. Rechtswissenschaft, Bd. 3, 250; SBE. 33, 92; Recht und Sitte, S. 142.

[3] BARTHOLOMAE, a. a. O. 879. Daß hauptsächlich an Schafe zu denken ist, zeigt die Ersetzung von *pasu* durch *anumaya* in Vd. 4, 48.

[4] BARTHOLOMAE, a. a. O. 1590f. Daß auch im Avesta das Pferd an Wert über der Kuh steht, geht außer aus Vd. 7, 42 auch aus Stellen wie Yt. 9. 3 (5, 21): *satəm aspanąm hazaŋrəm gavąm baēvarə anumayanąm* hervor.

pfändung, Bürgestellung eines Mannes geschlossen«; er versteht unter *vīra* also offenbar einen Freien, der die Bürgschaft für die Innehaltung des Vertrages übernimmt. Ich halte das, von andern Gründen abgesehen, schon deshalb für nicht richtig, weil dann der *vīrō.mazō* ganz aus der Reihe der übrigen Verträge herausfallen würde, bei denen doch der genannte Gegenstand, das Stück Vieh oder das Land, unzweifelhaft der Besitz des einen der beiden Vertragschließenden ist[1]. Meines Erachtens kann *vīra* hier nur die Bedeutung »Sklave« haben, also in genau demselben Sinne gebraucht sein wie das entsprechende sk. *puruṣa*. Die Verwendung von *vīra* in dieser Bedeutung braucht nicht zu befremden, da *vīrō.mazō* sicherlich ein alter Ausdruck ist und gerade in der älteren Sprache *vīra* auch sonst hinter *pasu* in der Bedeutung »Höriger, Diener, Sklave« erscheint: Y. 31, 15 *hanarə ... rāstryehyā aēnaŋhō pasəuš vīrāatcā adrujyantō*, »ohne Gewalttat gegen das Vieh und die Sklaven des nicht lügenden Bauern«; Y. 45, 9 *pasuš vīrəng ahmākəng fradaþai ā*, »um Gedeihen zu verschaffen unserm Vieh und unsern Sklaven; Y. 58, 6 *pairī manā pairī vacå pairī šyaoþanā pairī pasūš pairī vīrəng spəntāi manyavē dadəmahī haurvafšavō drvō.gaēþā drvafšavō drvō.vīrā drvā haurvā ašavantō*[2], »wir eignen dem heiligen Geist die Gedanken zu, die Worte zu, die Werke zu, das Vieh zu, die Sklaven zu, die wir unversehrtes Vieh, gesunden Hausstand, gesundes Vieh, gesunde Sklaven haben, gesund und unversehrt sind und mit dem Aša verbunden sind«; vgl. auch Y. 62, 10 *upa.þwā hahšōit gəuš vąþwa upa vīranąm pourutās*, »es möge dir zu eigen werden eine Herde von Kühen, zu eigen eine Fülle von Sklaven«; Yt. 10, 28 *āat ahmāi nmānāi dadāiti gəušca vąþwa vīranąmca*, »und diesem Hause gibt er Herden von Kühen und Sklaven«; Yt. 13, 52 *buyāt ahmi nmāne gəušca vąþwa upa vīranąmca*, »es soll sich in diesem Hause einstellen eine Herde von Kühen und von Sklaven[3]«. Dem *daiŋhu.mazō* endlich entspricht das *bhūmyanṛtam*; auf die genauere Bedeutung von *daiŋhu* werden wir noch zurückkommen.

Über das in *pasu.mazō* usw. an zweiter Stelle erscheinende Wort bemerkt Geldner, Studien zum Avesta I, 95[4]: »*mazaŋh* ist nicht s. v. a.

[1] Ganz ausgeschlossen sind natürlich, trotz Spiegel, Comm. I, 119, Deutungen auf den Ehevertrag oder den Vertrag zwischen Lehrer und Schüler.

[2] So nach Bartholomae für *ašivantō* der Ausgabe.

[3] Mir scheint, daß auch im Veda an manchen Stellen, wo von *vīra* die Rede ist, dabei eher an Hörige zu denken ist als an männliche Nachkommen; so z. B. RV. 5, 57, 7: *gómad áśvāvad ráthavat suvīram candrávad rādho maruto dadā naḥ*. Gelegentlich erscheint *vīra* in dieser Bedeutung noch in der späteren Sprache; siehe z. B. Mbh. 3, 113, 12 *paśūn prabhūtān paśupāṃś ca vīrān*; im nächsten Verse bezeichnen diese *vīrāḥ* sich als *dāsāḥ* des Vibhāṇḍaka, an den sie verschenkt sind.

[4] Ich habe die Transkription verändert.

Größe. Vd. 7, 51 ist für *avavantəm mazō* vielmehr *masō* zu schreiben nach Yt. 13, 6; Y. 65, 3. *mazaŋh* gehört zu sk. *mah*, *maṃh*, *maṃhate*, z. *maz*, ist also zunächst s. v. a. Gabe: Vd. 18, 29 *yasca mē aētahe mərəγahe yat parō.daršahe tanu mazō gəuš daþat* 'wer mir diesem Vogel Parōdarša nur eine winzige Gabe von Fleisch gibt'. An unserer Stelle ist *mazō* das was man drangibt, -setzt = Pfand.« Eine Wurzel *maz*, die Geldner aus *masatā* »er wird zuteilen« in Y. 54, 1 erschließen wollte, läßt sich für das Avestische nicht erweisen; Bartholomae, a. a. O. 1113, führt *masatā* auf *mad* zurück. Die Verbindung von *mazah* mit sk. *maṃhate* ist im höchsten Maße unwahrscheinlich, da *maṃh* »schenken« kaum von sk. *magha* »Gabe« zu trennen ist; vgl. insbesondere RV. 1, 11, 3 *máṃhate maghám*; 9, 1, 10 *maghá ca maṃhate*[1]. Außerdem liegt *maṃh* eher der Begriff des reichlichen Spendens zugrunde, jedenfalls aber nichts, was auf die Entwicklung zu »Pfand« schließen ließe. In den beiden andern von Geldner angeführten Stellen liegt unzweifelhaft, wie Geldner nach den Lesungen seiner Ausgabe jetzt selbst anzuerkennen scheint[2], *mazah* »Größe« vor: Vd. 7, 51 *yasca mē aētaēšąm yat daḫmanąm avavantəm mazō vīkānayāt yaþa hē tanuš aŋhat.* »und wenn mir einer von diesen Leichenstätten soviel an Größe (d. h. ein Stück so groß) wie sein Körper ist, abgräbt«; Vd. 18, 29 »und wer ein Stück Fleisch so groß wie der Körper dieses meines Vogels Parōdarša verschenkt«. Obwohl somit der Geldnerschen Erklärung eigentlich völlig der Boden entzogen ist, hält doch auch Bartholomae in seinem Wörterbuch für *pasu.mazō* usw. an der Deutung »wobei Verpfändung eines Schafs stattfindet, durch Verpfändung eines Stücks Kleinvieh, eines Schafs geschlossen« usw. fest. Ich glaube nicht, daß es jemals ein Wort *mazah* »Draufgeld, Pfand, Pfandwert« (Bartholomae, a. a. O. 1157) gegeben hat[3]; *mazah* kann meines Er-

---

[1] Andererseits ist *maṃhate* wahrscheinlich von *mahayati* »erfreut, verherrlicht« ganz zu trennen.

[2] In der Ausgabe ist *tanumazō* in Vd. 18, 29 als ein Wort gedruckt.

[3] Auch an andern Stellen, wo Bartholomae dieses Wort wiederzufinden glaubt, vermag ich es nicht zu erkennen. Vd. 5, 60 steht: *nōit zī ahurō mazdå yåŋhuyanąm avarətanąm paiti.ricya* (lies *ricyā*) *daiþe nōit aspərənō.mazō nōit avacinō.mazō.* Wolff übersetzt das nach Bartholomae: »denn Ahura Mazdāh ist nicht willens, (etwas) von beweglichen Sachen verkommen zu lassen: nicht (was) einen Aspərəna (als Pfand) wert (ist), nicht (was) noch weniger wert (ist)«. Es scheint mir ziemlich unnatürlich, daß man den Wert einer Sache danach bestimmt haben sollte, wieviel sie als Pfandobjekt galt. Viel ungezwungener ist es doch, auch hier *aspərənō.mazō* einfach als »etwas von der Größe, d. h. im Werte, eines Aspərəna« aufzufassen. Ebensowenig scheint mir der Begriff des Pfandes in dem Worte *tanu.mazah* am Platze zu sein, das Pursišnīhā 18 erscheint. Die Stelle lautet in Bartholomaes Lesung und Übersetzung (a. a. O. 637): *tanu.mazō ašayāiti yō tanu.mazō bīraošat tanu.mazō zī aētąmcit ašayąm pafre yat nōit yava 'miþō mamne,* »ein Ašawerk im Pfandwert des

achtens auch hier nur »Größe« sein, der *pasu.mazō*[1] *miϑrō* usw. ein Vertrag »von der Größe« oder, wie wir sagen würden, »in der Höhe« eines Kleinviehs usw.[2]. Auch hier zeigt sich wieder die genaueste Übereinstimmung mit dem indischen Spruche, in dem es sich ja ebenfalls um Lohnverträge in Höhe der genannten Gegenstände handelt. Bei dieser Auffassung schwinden denn auch die Schwierigkeiten in Vd. 4, 3. 4, die Geldner, a. a. O. S. 89; 96f., zu einer ganz andern und unhaltbaren Auffassung von *framarəzaiti* und *fradaϑaiti* veranlaßt haben. Die beiden Paragraphen besagen nichts weiter, als daß die Abmachungen über einen höheren Lohn die früheren Abmachungen über einen geringeren Lohn ungültig machen.

Ich bin überzeugt, daß man in *mazah* an unserer Stelle überhaupt nie etwas anderes als »Größe« gesucht haben würde, wenn nicht der *pasu.mazō*, *staorō.mazō*, *vīrō.mazō* und *daiŋhu.mazō miϑrō* hier mit dem *vacahinō* und dem *zastā.marštō*, dem durch das Wort und dem durch Handschlag geschlossenen[3] Vertrage, in eine Reihe gestellt wären. Es herrscht also kein einheitliches Prinzip in der Reihe: in den beiden ersten Fällen bildet die äußere Form des Vertrages, in den vier letzten der Wert der Sache, um die der Vertrag geschlossen wird, die Grundlage der Klassifizierung. Die Vergleichung mit dem indischen Spruche löst auch diese Schwierigkeit. Sie zeigt, daß die Reihe ursprünglich überhaupt nur die vier letzten Glieder umfaßte: die beiden ersten sind ein späterer heterogener Zusatz. In anderer Weise ist die Reihe in Vd. 4, 48 im Anfang durch den *upa.mərətō*, den »besprochenen«, und den *aspərənō.mazō*, den Vertrag »in der Höhe eines Aspərəna«, erweitert worden, und gerade dieses Schwanken scheint mir zu bestätigen, daß wir es hier mit nachträglichen Zusätzen zu tun haben.

Die Übereinstimmung zwischen den iranischen und den indischen Anschauungen erstreckt sich weiter aber auch auf die Folgen, die

Leibes muß verrichten, wer ein Drugwerk im Pfandwert des Leibes verbrochen hat. Und zwar hat er ein Ašawerk im Pfandwert des Leibes dann vollendet, wenn er niemals mehr falsch gedacht hat«. Ganz abgesehen davon, daß es wenig wahrscheinlich ist, daß dasselbe Wort hier eine völlig andere Bedeutung haben sollte als in Vd. 18, 29, scheint mir auch hier die Auffassung »in der Größe, in der Höhe, im Werte des Leibes« an sich viel näher zu liegen.

[1] Das Kompositum ist offenbar sekundär in die *a*-Flexion übergeführt worden; darauf läßt wenigstens der Akkusativ *pasu.mazəm* usw. in 4, 13ff. schließen.

[2] Spiegel, de Harlez, Darmesteter übersetzen *mazah* durch Wert, was natürlich dasselbe ist. Auch die Pahlaviübersetzung gibt *mazo* in *pasu.mazo*, *staorō.mazō*, *daiŋhu.mazō* genau so durch *masāk* wieder wie das *mazō* in Vd. 7, 51; 18, 29.

[3] Das ist sicherlich der Sinn des Wortes. Das in 4, 3 für *zastā.marštō* eingesetzte *zastō.mazō* oder *zastō.masō*, wie Geldner liest, ist offenbar in Anlehnung an die folgenden Ausdrücke gebildet.

der Bruch der genannten Verträge nach sich zieht. In beiden Fällen werden Verwandte des Vertragsbrüchigen, deren Zahl mit jedem höheren Vertrage wächst, geschädigt. Daß die Zahlen selbst differieren, ist dabei belanglos; auch läßt es sich kaum entscheiden, auf welcher Seite dabei die größere Ursprünglichkeit liegt. Zu dem Satze *priš satāiš haδa . cipanąm narąm nabānazdištanąm para . baraiti* bemerkt Geldner, dessen Übersetzung sich inhaltlich nicht von der oben angeführten Übersetzung Bartholomaes unterscheidet[1], a. a. O. S. 97: »Wie weit der Vertragsbruch auf die Familie des Betreffenden zurückwirkte, ob sie nur guten Namen und Kredit verlor oder für jeden entstehenden Schaden mit aufzukommen hatte, ist nicht gesagt.« Er versteht unter den Strafen also irdische Strafen, und das würde von der indischen Anschauung weit abliegen. Es fragt sich aber, ob *para . baraiti* wirklich »er trägt es, er hat die Schuld zu tragen« (Geldner), »er hat es wieder gutzumachen« (Bartholomae) bedeutet. Zunächst macht schon der Wechsel des Subjekts in *astaraiti* und *para . baraiti* Schwierigkeiten. Es wäre doch sehr seltsam, wenn auf die Frage: »Wie weit macht der lügnerisch gebrochene Vertrag sündig?« die Antwort lauten sollte: »Er hat die Schuld wieder gutzumachen usw.« Von dem Schuldigen ist in der Frage ja zunächst gar nicht die Rede, sondern nur von dem Vertrage. Also ist von vornherein zu erwarten, daß auch *para . baraiti* auf den Vertrag geht. Weiter hat aber auch *para . baraiti* sonst nirgends die von Geldner und Bartholomae angenommene Bedeutung. Überall, im Avestischen wie im Altpersischen, heißt es nur »wegnehmen, beseitigen«, und ich sehe schlechterdings nicht ein, wie man dazu kommen sollte, hier den Begriff »die Schuld« zu ergänzen. Der Sinn des Satzes kann daher meiner Ansicht nach nur sein, daß der Vertragsbruch soundsoviele mitbüßende Männer aus der nächsten Verwandtschaft »wegnimmt« oder »beseitigt«, d. h. ihnen den Tod bringt. *Para . baraiti* würde dann genau dem indischen *hanti* entsprechen. Allerdings macht die Konstruktion Schwierigkeiten. Anstatt *priš*, *ḵšvaš*, *hapta*, *ašta*, *nava satāiš* sollten wir *priš sata* usw. erwarten. An der letzten Stelle steht nun aber tatsächlich *hazaŋrəm*, wo wir dem *satāiš* entsprechend vielmehr *hazaŋra* erwarten müßten. Entweder an der einen oder an der andern Stelle müssen wir also einen Fehler annehmen, und mir scheint es nach dem oben Gesagten unabweislich, daß dieser Fehler in *satāiš* steckt. Ein Fehler dieser Art steht auch keineswegs allein da. Gerade bei den Zahlwörtern zeigt sich in der

[1] Auf die Übersetzungen oder vielmehr Umschreibungen dieses Satzes, die Spiegel, de Harlez und Darmesteter bieten, näher einzugehen, halte ich für überflüssig und bemerke nur, daß die Beziehung der Zahlen auf Jahre, die Darmesteter der Tradition folgend annimmt, völlig willkürlich ist.

Sprache des jüngeren Avesta eine eigentümliche Verwilderung im Kasusgebrauch. Es ist offenbar nur ein Zufall, daß sich der Instrumental *satāiš* für den Akkusativ *sata* sonst nicht nachweisen läßt. Für den Nominativ *sata* steht aber *satāiš* in Yt. 5, 95 *yå̊ ... vazənti ẋšvaš.satāiš hazaŋrəmca*; Yt. 5, 120 *yeŋhe ararat haenanąm nava.satāiš hazaŋrəmca*; für den Nominativ *hazaŋrəm* steht *hazaŋrāiš* in Vd. 13, 51 (14, 1) *hazaŋrāiš sūnīš strī.nāmanō hazaŋrāiš sūnīš nairyō.nāmanō*. Andere Fälle solcher Kasusvertauschung (*hazaŋrəm*, *sata* für Gen. Vd. 2, 30; *hazaŋrāi* für Gen. Yt. 5, 96; 8, 49, usw.) lassen sich leicht aus Bartholomaes Wörterbuch feststellen.

Es hat sich uns im bisherigen, wenn wir von den Zahlen absehen, die genaueste Übereinstimmung zwischen den avestischen Bestimmungen und dem indischen Spruche ergeben. Nur in einem Punkte scheinen sie noch voneinander abzuweichen. Wir haben oben festgestellt, daß der indische Spruch auf den König geht. Im Avesta ist von einer Beschränkung auf den König nicht die Rede. Daß aber ursprünglich auch die avestischen Bestimmungen nur für den König galten, geht meines Erachtens mit völliger Sicherheit aus dem Namen des letzten Vertrages hervor. Nach Bartholomae soll *daiŋhu* hier »ein Landstück« bedeuten. Diese Bedeutung hat das Wort an keiner anderen Stelle der avestischen Literatur und ebensowenig in den altpersischen Keilinschriften. Es bedeutet sonst nur »Landgebiet, Landschaft«; insbesondere ist es der Name der vierten politischen Einheit des altiranischen Staates, der sich aus *nmāna*, dem Hause oder der Familie, *vis*, der Gemeine, *zantu*, dem Gau, und *daiŋhu*, der Landschaft, aufbaut, und die Bezeichnung der Provinz im altpersischen Reiche, gelegentlich auch einer Landschaft innerhalb der Provinz. Wir können also auch an unserer Stelle *daiŋhu* nur als Landschaft oder Provinz fassen. Mit einer Provinz kann aber nur der König belohnen. Man hat später offenbar eingesehen, daß die letzte Vertragsart auf Privatverhältnisse nicht passe. So ist die Reihe in Vd. 4, 48 entstanden, in der der *daiŋhu.mazō* fehlt und die sich auch durch die Hinzufügung des *asparənō.mazō*[1] als für kleine Leute zurecht gemacht erweist.

Eine so weitgehende Übereinstimmung, wie sie sich zwischen dem Avesta und dem indischen Spruch ergeben hat, kann unmöglich zufällig sein. Wir können vielmehr mit völliger Sicherheit behaupten, daß sie auf Vererbung beruht, und daß schon in arischer Zeit die Anschauung bestanden hat, daß ein König, der den mit seinen Dienern abgeschlossenen Lohnvertrag nicht innehält, dadurch seinen Verwandten

[1] Ich möchte noch ausdrücklich bemerken, daß der *asparənō.mazō* nichts mit dem *hiraṇyānṛtam* zu tun hat. Wie aus Vd. 5, 60 hervorgeht, ist der Wert des Asparəna sehr gering.

den Tod bringt, deren Zahl mit der Höhe des Lohnes wächst: der niedrigste Vertrag ist der um ein Kleinvieh, ein Schaf oder eine Ziege; es folgt der Vertrag um ein Großvieh, eine Kuh oder ein Pferd, der um einen Sklaven und schließlich der um ein Land. Es ist weiter auch kaum zu bezweifeln, daß diese Anschauung schon in arischer Zeit in einer Formel festgelegt war; eine solche Formulierung wird durch die allmähliche Zahlensteigerung geradezu bedingt.

Das Ergebnis ist, wie mir scheint, für die Rekonstruktion der arischen Urzeit noch von weiterer Bedeutung. Man hat die Frage, wie weit sich bei den Ariern schon ein wirkliches Königstum entwickelt hatte, bisher offengelassen[1]. Nun können wir freilich den Umfang des »Landes«, um das es sich in unserer Formel handelt, nicht bestimmen, zumal die Ausdrücke dafür im Indischen und Iranischen auseinandergehen; ich meine aber doch, daß ein König, der mit Land lohnen kann, und sei es auch nur ein Dorf gewesen[2], doch etwas mehr gewesen sein muß als ein kleiner Gauhäuptling. Ich möchte in diesem Zusammenhange auch noch auf eine andere Tatsache aufmerksam machen, die in die gleiche Richtung weist. In historischer Zeit regiert der indische Herrscher mit Hilfe eines Spionagesystems, das uns z. B. im Kauṭilīyaśāstra in aller Ausführlichkeit geschildert wird. Der persische König unterhält Beamte in den Provinzen, die ihm über die Tätigkeit der Satrapen Bericht erstatten, und die Griechen berichten von des Großkönigs ὦτα und ὀφθαλμοί. Diese Einrichtungen haben sich offenbar aus gemeinsamen Anfängen entwickelt. Im Veda sind die Götter von Spähern (*spaś*) umgeben; insbesondere kommen sie Mitra-Varuṇa zu. Im Avesta hat Miþra seine Späher (*spas* Yt. 10, 45; *baēvarə.spasanō* Yt. 10, 46 usw.). Wir können kaum umhin, die Vorstellung von den Spähern des Mitra und Varuṇa in die arische Zeit zurückzuverlegen. Diese Vorstellung beruht aber gewiß nicht, wie man wohl gemeint hat, auf irgendwelchen physischen Erscheinungen; sie verdankt ihre Entstehung in erster Linie dem Königtum Mitra-Varuṇas. Mitra und Varuṇa sind die *rājānā* oder *samrājā*, die Könige oder Oberkönige. Miþra ist der Landesherr aller Länder (*vīspanąm dahyunąm daiŋ́hupaitīm* Y. 2, 11 usw.); er ist der *vouru.gaoyaoti hazaŋra.gaoša baēvarə.čašman* (Y. 2, 3 usw.) »der weite Triften Besitzende, Tausendohrige, Zehntausendäugige«, d. h. der von seinen ὦτα und ὀφθαλμοί umgebene βασιλεύς, wie es richtig auch die Tradition auffaßt,

[1] Siehe z. B. Eduard Meyer, Geschichte des Altertums², I², S. 819.

[2] Es sei daran erinnert, daß sich das av. *daiŋ́hu* zu dem neupers. *dih* »Dorf« entwickelt hat und daß auch im Indischen später unter der Schenkung von »Land« immer die Verleihung eines Dorfes verstanden wird.

die in den Augen und Ohren des Miþra Genien sieht. Bestand aber die Einrichtung der Späher in arischer Zeit, so muß damals auch schon ein Oberkönigtum entwickelt gewesen sein: Dorfschulzen und Stammeshäuptlinge haben für Späher keine Verwendung. Wir werden daher annehmen dürfen, daß schon in arischer Zeit ähnliche Verhältnisse geherrscht haben, wie sie uns in historischer Zeit etwa bei den nomadisierenden Saken oder Massageten entgegentreten, und die Erwägung, daß das siegreiche Vordringen der Arier über gewaltige Ländergebiete kaum ohne die Leitung einer Zentralgewalt denkbar ist, scheint mir nur geeignet, diese Annahme zu unterstützen.

Ausgegeben am 7. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917 XXVII. XXVIII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

SITZUNGSBERICHTE 1917.
XXVII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

7. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Goldschmidt sprach »Über den Stil der angelsächsischen Malerei«.

Die angelsächsische Malerei zeigt seit dem Ende des 10. Jahrhunderts einen eigentümlichen Stil, der die von außen kommenden Vorbilder durch Streckung der Proportionen, durch übertriebene Gegensätzlichkeit der Gebärden und starke lineare Beweglichkeit umbildet. Es sind darin Neigungen zu erkennen, wie sie schon in der Ornamentik der irischen Buchornamentik des 8. Jahrhunderts zutage treten. Gleiche Symptome tauchen dann wieder in der Gotik auf und unterscheiden englische Malereien und Skulpturen von den im übrigen sehr ähnlichen französischen Werken. Auffallend sind endlich bei den im allgemeinen international gleichartigen Siegeln romanischer und gotischer Zeit an einzelnen englisch-schottischen Königssiegeln deutliche Abweichungen im gleichen Sinne, so daß darin eine nationale Stilrichtung erkennbar ist, die in der Renaissance zurücktritt, aber in den Eigentümlichkeiten der Präraffaeliten und ihrer Nachfolger wieder aufzuleben scheint.

2. Hr. Kuno Meyer legte eine Mitteilung vor Über die Anordnung des Ogamalphabets.

Es wird eine Erklärung der Buchstabenfolge in der frühirischen *Ogam* genannten Runenschrift vorgelegt, indem nachgewiesen wird, daß der Erfinder, von den drei Personennamen *Balovuseni*, *Hadotucequi* und *Magongusteri* ausgehend, die Konsonanten und Vokale in der Reihenfolge anordnete, in welcher sie in diesen Namen vorkommen.

3. Hr. Sachau legte einen neu erschienenen Teil der Ausgabe des Ibn Saad vor, Bd 1, Tl 2, die Biographie Muhammeds enthaltend, hrsg. von E. Mittwoch und E. Sachau (Leiden 1917).

Über die Anordnung des Ogamalphabets.

Von Kuno Meyer.

n	*q*	*r*	*i*
s	*c*	*z (st?)*	*e*
v	*t*	*ng*	*u*
l	*d*	*g*	*o*
b	*h*	*m*	*a*

Die eigenartige Reihenfolge der Buchstaben in dem frühirischen Runenalphabet, welches unter dem Namen Ogam (altir. *ogum* n., neuir. *ogham*) bekannt ist, hat bis jetzt ebensowenig eine befriedigende Erklärung gefunden wie die des nordischen *Fuþark*. Darüber, daß die zwanzig Buchstaben, aus denen das Ogam besteht, dem lateinischen Alphabet der frühklassischen Periode entnommen sind und daß der Erfinder der Ogamschrift etwa im 3. Jahrhundert n. Chr. oder noch früher[1] irgendwo im Südwesten Irlands[2] gelebt hat, sind sich wohl jetzt alle Einsichtigen einig[3]. Was das von dem Erfinder in der Anordnung der Buchstaben befolgte Verfahren betrifft, so ergibt sich auf den ersten Blick, daß er zunächst die fünf Vokale ausschied, sie mit den einfachsten Zeichen versah und in einer Gruppe vereinigte, wodurch er dann auf die Idee kam, auch die Konsonanten in drei Gruppen von je fünf Zeichen anzuordnen. Um für diese die nötige Anzahl von fünfzehn Schriftzeichen zu haben, war es erforderlich, das *h*, für welches die irische Sprache keinen rechten Gebrauch hatte, mit hinüberzunehmen und ein besonderes Zeichen für *ng*, vielleicht auch für *st*[4], einzusetzen. Betreffs der

[1] Die ältesten datierbaren Ogaminschriften finden sich in Großbritannien und stammen noch aus der Römerzeit.

[2] Wohl in der heutigen Grafschaft Kerry, wo sich ungefähr 120 der 360 bekanntgewordenen Ogamsteine finden.

[3] S. John MacNeill, Notes on Irish Ogham Inscriptions S. 331.

[4] Es ist fraglich, ob der vierzehnte Konsonant als *z* oder *st* zu lesen ist.

gewählten Reihenfolge aber läßt sich nur soviel sagen, daß er die Vokalreihe mit dem ersten Vokal und die erste Konsonantenreihe mit dem ersten Konsonanten des lateinischen Alphabets einleitete. Wenn man bei der Anordnung der Vokale etwa auf den Gedanken kommen könnte, daß hier eine phonetische Beobachtung zugrunde liegt, indem zuerst die dunklen, dann die hellen Vokale gesetzt sind, so versagt bei den Konsonanten jede derartige Erklärung. Und doch kann ihre Reihenfolge keine ganz zufällige sein; irgendein Plan muß doch zugrunde liegen.

Ich glaube nun diesen Plan gefunden zu haben, und zwar durch Zufall auf folgende Weise. Indem ich gleichsam spielend die Konsonanten jeder Gruppe der Reihe nach mit den ihnen gegenüberstehenden Konsonanten verband, ergaben sich daraus zu meiner Überraschung drei Lautgebilde, die sich als frühirische Personennamen, wie sie etwa im 3. Jahrhundert gelautet haben mögen, wohl hören ließen. Sie lauten

Balovuseni *Hadotucequi* *Magongu*st*zeri.*

Wenn es mir gelingt nachzuweisen, daß auch nur einer dieser drei Lautkomplexe ein unverkennbar irischer Eigenname ist, so ergibt sich das Verfahren, welches der Erfinder des Ogam bei der Auswahl und Anordnung der Buchstaben einschlug, von selbst. Er wählte zunächst einen fünfsilbigen mit *b* anlautenden Namen, in dem alle fünf Vokale vertreten waren. Dabei setzte er den Namen, der wie die große Mehrzahl keltischer Personennamen ein *o*-Stamm war, in den Genitiv, um so am leichtesten das *i* zu erhalten. Hier erinnere ich daran, daß ja auch sämtliche Ogamsteine den Namen des unter ihnen Begrabenen im Genitiv aufführen. Übrigens sind Personennamen, welche im Genitiv alle fünf Vokale enthalten, in der altkeltischen Nomenklatur keineswegs selten. So finden wir sie z. B. alle im gall. *Camulogeni.* Die fünf Vokale wurden nun in der Aufeinanderfolge, wie sie in dem gewählten Namen vorkamen, in einer Gruppe vereinigt, während aus den fünf Konsonanten des Namens die erste konsonantische Gruppe zustande kam, ebenfalls in der Ordnung wie sie in dem Namen aufeinanderfolgten. Dann wählte er zwei weitere Namen, welche erstens die Vokale in derselben Reihenfolge enthielten und ihm zweitens alle noch fehlenden Konsonanten lieferten.

Was nun die Namen selber betrifft, so sind es Vollnamen, nach dem Prinzip der indogermanischen Namenbildung, welches ja auch das keltische ist, aus zwei oder mehreren Gliedern zusammengesetzt. Im vorderen Teile gehen sie alle auf *-u* aus, was nicht notwendig bedeutet, daß wir es mit *u*-Stämmen zu tun haben. Am durchsichtigsten und in beiden Komponenten klar ist der erste Name, *Balovuseni*, der

aus den bekannten adjektiven *o*-Stämmen *balgo-* 'stammelnd' und *seno-* 'alt' zusammengesetzt ist. Altir. *balb* ist also kein Lehnwort aus lat. *balbus*. Das zwischengeschlagene *o* in *balogu-* ist svarabhakti wie z. B. das *a* in og. ANAVLAMATTIAS und das *o* in COMOGANN = altir. *Comgán*. Das auslautende *u* steht für *o* wie in og. *Vendubari*, altbrit. *Vendumagli*, gall. *Segusteron* usw. Gallische Namen, die mit *balbos* gebildet sind, führt Holder auf. Obgleich mir keine altirischen Vollnamen mit *balb-* bekannt sind, beweist der Kosename *Balbéne* (Trip. 136, 24), daß sie existierten.

In *Hadotucequi* hat der Erfinder des Ogam ein *h* vorgeschlagen, ebenso wie das im gallischen *Haedui*, *Helvetia* usw. der Fall ist. *adotu-* ist in *ad-ōtu-* zu zerlegen und besteht aus der Präposition *ad-*, die hier intensive Bedeutung hat, und dem neutralen *u*-Stamm *ōtu-*, altir. *ūath* 'Schrecken, Schrecknis'. Es entspricht genau dem mittelir. *adúath*, welches freilich eine späte Bildung ist, da ein altes Kompositum **adud* lauten müßte, wie altir. *erud*. Mit *cequi-* ist vielleicht gall. *Cepios*, *Cepiācus* zu vergleichen.

In *Magongu-* haben wir es mit einer Weiterbildung von *mago-*, *mogo-* 'groß' zu tun, die auch in altir. Namen wie *Cithang* (LL 169a, 11) vorzuliegen scheint. Ob *-zeri* oder *-steri* zu lesen ist, kann ich nicht entscheiden. Wenn letzteres das richtige ist, so ist gall. *-stero-* zu vergleichen, wie es in *Epostero-vidos*, *Segu-steron* u. a. vorliegt.

Wenn ich mit meiner Erklärung das Richtige getroffen habe, so löst sich nun vielleicht auch die Frage nach dem Prinzip der Anordnung des *Fuþark* in ähnlicher Weise.

Ausgegeben am 14. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1917. XXVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

7. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Branca sprach »Über die Bedeutung der magmatischen Erdbeben gegenüber den tektonischen«.

Es wird eine Reihe von Gründen angeführt, die dafür sprechen, daß ein Teil der vermeintlich tektonischen Beben nicht dieser Herkunft, sondern teils rein magmatischer Natur, teils wenigstens doch nur »kombiniert tektonisch-magmatischer« Natur ist. Dann werden Vorrichtungen zum Nachweis von Niveauveränderungen an der Erdoberfläche angegeben.

Über die Bedeutung der magmatischen Erdbeben gegenüber den tektonischen.

Von W. Branca.

Einleitung. Ein Jahrhundert ist jetzt vergangen seit A. von Humboldt und L. von Buch die Lehre aufstellten, daß den magmatischen Massen die Kraft innewohne, sich selbst Auswege aus der Tiefe zur Oberfläche zu schaffen. Die angeblichen Beweise aber, die dafür geltend gemacht wurden, erwiesen sich als nicht stichhaltig und das Ganze war so mit phantastischem Beiwerk umkleidet, daß die Meinung der Geologen allmählich in das diametrale Gegenteil umschlug: Nun sollte das Magma ganz unfähig sein, sich selbst Auswege zu schaffen; und nur da, wo die gebirgsbildenden Kräfte ihm Auswege eröffneten, also auf offenen Spalten, könnte das Aufsteigen erfolgen.

Es war mir aber dann möglich, bei den gegen 125 Vulkanembryonen der schwäbischen Alb zu zeigen, daß hier jene letztere Ansicht nicht zutreffe, daß hier vielmehr das Magma sich selbsttätig Durchbruchsröhren, wenigstens durch den oberen Teil der Erdrinde, ausgeblasen habe. Bis in wie große Tiefe hinab und ob nicht in der Tiefe doch zugleich auch eine Spalte das Aufsteigen ermöglicht habe, das entzog sich, wie ich hervorhob, dem Beweise. Aus der Literatur aber konnte ich ähnliche Verhältnisse an einer ganzen Anzahl anderer Orte, hier als sicher, dort als wahrscheinlich, anführen. Die Ansicht von der alleinigen Allmacht der Tektonik bei dem Ausbruch der Magmamassen war damit gebrochen.

Auch über die Entstehung der Erdbeben haben bekanntlich die Ansichten gewechselt. Wie aber dort die Tektonik über die Selbstherrlichkeit des Vulkanismus gesiegt hatte, so ist auch hier die An-

sicht herrschend geworden, daß die ganz überwiegende Zahl aller Erdbeben tektonischen Ursprungs sei. In ähnlicher Weise wie dort möchte ich nun hier auch beziehentlich der Erdbeben die Gründe darlegen, die meiner Ansicht nach dafür sprechen, daß ein nicht unbedeutender Teil der angeblich tektonischen Erdbeben in Wirklichkeit magmatischen Ursprungs ist, daß also auch bei dem Zustandekommen der Beben die magmatischen Kräfte eine viel größere Rolle spielen als ihnen von den Geologen im allgemeinen zugeschrieben wird. Wie dort die tektonischen Spalten von ihrer angeblich allein wirksamen Rolle an Gewicht verloren haben, so müssen hier auch die tektonischen Erdbeben etwas von ihrem bisherigen Übergewicht verlieren[1]. Freilich, dort konnte ich Beweise dafür erbringen, hier kann ich nur Wahrscheinlichgründe dafür geben.

I. Tektonische Beben werden hervorgerufen entweder durch bloßes Aufreißen einer neuen Spalte. bezüglich durch Verlängerung einer bereits bestehenden in der festen Erdrinde, oder durch Schollenbewegung nach abwärts. aufwärts oder seitwärts längs dieser soeben entstandenen oder längs bereits von früher her bestehender Spalten. Es folgt daraus, daß der Herd der tektonischen Beben vor allem innerhalb derjenigen verhältnismäßig geringmächtigen Tiefenzone liegen muß, in der ganz feste, noch nicht in den latent-plastischen Zustand versetzte Gesteine auftreten: und daß er möglicherweise und höchstens dann auch noch in der auf jene erstere folgenden Tiefenzone liegen könnte, in der halbfeste. d. h. latent-plastisch gewordene Gesteine, sich befinden. Der Herd eines tektonischen Bebens darf somit höchstens gesucht werden von der Erdoberfläche an einmal und vor allem bis hinab zu der Maximaltiefe, in der die Gesteine beginnen, latent-plastisch zu werden; und dann eventuell weiter bis zu der zweiten Maximaltiefe, in der die Gesteine Schmelztemperatur haben, wenn sie auch infolge des allseitigen Druckes und so lange dieser währt, nicht flüssig sind. Alle Erschütterungen, die unterhalb dieser zweiten Maximaltiefe entstehen, können nicht mehr tektonische Beben sein.

Welche Maximaltiefe ist nun diese letztgenannte, bei der Schmelztemperatur herrscht? Über die Wärmezunahme nach dem Erdinnern in größeren Tiefen sind wir bekanntlich nur sehr ungenügend unterrichtet. Nehmen wir aber einmal an, die Temperatur wachse bis zu 40 km Tiefe proportional mit der Tiefe, und sie betrage pro 100 m

[1] Ich habe die Notwendigkeit einer solchen Verschiebung unserer Anschauungen schon früher betont (W. Branca, Wirkungen und Ursachen der Erdbeben, Universitätsprogramm, Berlin 1902, S. 75—85). Auch andere haben das getan (A. Schmidt, Gerland, Milne); aber das sind nur vereinzelte Stimmen.

3° C[1], so würden in 30—40 km Tiefe 900—1200° C herrschen, d. h. ungefähr Schmelztemperatur der verschiedenen Gesteinsmischungen. Wenn auch deren Schmelztemperatur allerdings durch Druck erhöht wird, so beträgt das doch nicht so viel, um diese ohnehin doch nur sehr ungefähre Berechnung nennenswert abzuändern. Wir wollen daher einmal für die folgende Betrachtung diese Zahlen als genau richtig gelten lassen, was sie natürlich nicht sind.

Die größte Tiefe, bis zu der hinab hier der Herd eines tektonischen Bebens höchstens liegen dürfte, wäre somit 30—40 km. Aber lange bevor diese zweite Maximaltiefe erreicht wird, in der die Gesteine Schmelztemperatur haben, wird jene erste Maximaltiefe erreicht sein, bei der aller Wahrscheinlichkeit nach ihr latent-plastischer Zustand (A. Heim) beginnt, in den sie durch den senkrechten Druck der auflastenden Schichten und durch den horizontalen Gewölbedruck in der Erdrinde versetzt werden. Dieser Zustand bewirkt es, daß sie nicht wie die spröden Gesteine jener oberen Zone zerreißen, sondern, sobald Unterschiede des Druckes an verschiedenen Stellen lange anhaltend auftreten, sich langsam verschieben, so daß es mehr ein reibungsarmes weiches Fließen plastischer Schollen aneinander vorbei, als ein hartes Reiben fester Schollen aneinander sein kann, denn dazu gesellt sich doch noch ein Zweites: Mit wachsender Tiefe nimmt ja die Temperatur zu, die Gesteine dieser tieferen Zone der Erdrinde werden daher wärmer und wärmer und damit weicher und weicher, je mehr sie sich der 30—40-km-Tiefe nähern; und dieser Zustand wird abermals verstärkt, wenn wir sie uns durchtränkt vorstellen mit immer heißer werdendem Wasser und später Wasserdampf.

Bei einem solchen Zustande wird daher, sobald Schollenbewegungen aus der festen, spröden, oberen Gesteinssphäre hinabgreifen in diese untere, latent-plastische und wärmeerweichte Sphäre, hier unten wohl kaum in gleicher Weise wie dort oben ein plötzliches Aufreißen von Spalten eintreten und kaum in gleicher Weise ein plötzliches Verschieben der Schollen, beides verbunden mit großer Reibung und Erschüttern, sondern mehr oder weniger nur ein Gleiten plastischer Massen aneinander hin; und das alles in um so stärkerem Maße, je tiefer diese Massen sich befinden.

Es scheint mir daher auf der Hand zu liegen, daß in dieser latent-plastischen und wärmeerweichten Zone, ceteris paribus, eine durch solchen Vorgang bewirkte Erschütterung wesentlich geringer sein und mit wachsender Tiefe immer geringer werden muß, als in der oberen spröden Zone, unter Umständen sogar vielleicht gar nicht mehr nennens-

[1] Also Tiefenstufe 33,33 ... m.

wert sein wird. Immerhin aber wird man auch ein solches Aneinandervorübergleiten dieser latent-plastischen Massen doch noch als einen tektonischen Vorgang und seine Folgewirkung, sobald eine Erschütterung damit verbunden ist, als ein tektonisches Beben bezeichnen müssen; denn gleichviel, wodurch Schollen der Erdrinde entstehen, ob durch Abkühlung und Kontraktion der ganzen Erde, ob durch isostatische Bewegungen, ob durch Verlegung der Rotationsachse, ob durch einen Wechsel zwischen Beschleunigung und Verlangsamung der Umdrehungsgeschwindigkeit, ob durch irgendwelche andere Ursache, und gleichviel, wie tief die Schollenbewegung hinabgreift — sobald noch eine Erschütterung durch die Schollenentstehung und -bewegung hervorgerufen wird, wird man das als ein tektonisches Beben bezeichnen müssen.

Immerhin aber wird man diesen Unterschied in der Wirkung der Verschiebung der Schollen betonen müssen: In der oberen Zone ist sie verbunden mit starker Reibung und daher typische tektonische Beben erzeugend; in der unteren Zone ist sie mehr und mehr in ein sanfteres Aneinandervorübergleiten übergehend, so daß das bebenerzeugende Moment der Reibung der Schollen schwächer und schwächer wird, bis es zuletzt ganz erlischt.

Es wären daher zwei wichtige Aufgaben festzustellen: In welcher Tiefe für jede einzelne Gesteinsart die latente Plastizität beginnt, und wie mit wachsender Temperatur die Weichheit bei trockenen und bei durchwässerten Gesteinen wächst. Diese Fragen sind für Erdbebenforschung ebenso wichtig, wie sie es für Vulkanologie darum ist, weil innerhalb der Zone der latenten Plastizität schwerlich ein Aufreißen von eigentlichen Spalten und noch viel weniger ihr Offenbleiben, falls dennoch solche vorübergehend aufreißen sollten, stattfinden kann.

Es haben zwar Adams und Nicholson bekanntlich für Kalkstein, bezüglich Marmor, und später auch für Silikate (Granit, Diabas, Essexit) unter hohem Druck eine Plastizität nachgewiesen. Aber diese Plastizität bestand doch beim Marmor offenbar nur in einer Verschiebung längs der zahllosen Gleitflächen der Kalkspatkristalle, wie solche den betreffenden Silikatmineralien fehlen; und bei den untersuchten Silikatgesteinen bestand sie, wie mir scheint, nur in einer Umformung durch Bruch, denn die Festigkeit der Gesteine war nachher vermindert. Dagegen bruchlose Umformung der Gesteine unter hohem Druck — jene Forderung der bekannten Anschauung A. Heims, die übrigens wohl von allen Technikern ohne weiteres geteilt wird — ist experimentell, trotz jener schönen Versuche, immer noch nicht erwiesen, wenn sie uns auch durch das Verhalten der gefalteten Silikatgesteine in der Natur vor Augen geführt wird.

II. Magmatische Beben haben ganz andere Ursachen als die tektonischen; und auch bezüglich der Tiefe, in der sie auftreten, zeigen sich gegenüber den tektonischen Beben Unterschiede. Die tektonischen sind, wie oben angeführt, vornehmlich in der oberen Zone, in der der spröden festen Gesteine, heimisch und können sich abschwächend auch in der unteren, in der latent-plastischen Zone sich vollziehen; sie finden also ihre untere Grenze in der 30—40-km-Tiefe. Magmatische Beben dagegen sind in der Tiefe unterhalb der 30—40-km-Zone heimisch, können aber ebenso auch innerhalb der festen Erdrinde entstehen, bis hinauf zur Erdoberfläche; denn vulkanische Beben gehören ja ebenfalls zu den magmatischen, wie ich weiter unten eingehender besprechen werde.

Kombinierte tektonisch-magmatische Beben. Sobald rein tektonische Bewegungen, also Schollenverschiebungen, auf das Magma einwirken, also in das Magma hinein sich fortpflanzen, können die dann entstehenden Beben zusammengesetzter Natur sein, indem die Erschütterungen gleichzeitig hervorgerufen werden können (nicht müssen), bei der Schollenbewegung durch Reibung, bei der Magmabewegung durch Explosion bezüglich Druck oder andere Wirkungen des Magmas. Ich möchte also unterscheiden »rein tektonische« Beben; sodann »rein magmatische« Beben; endlich »kombinierte tektonisch-magmatische« Beben, bei denen letzteren entweder die tektonische oder die magmatische Komponente bezüglich Ursache vorwalten, oder aber beide im Gleichgewicht sein können.

Der nächstliegende Gedanke bei der Vorstellung solcher kombinierten tektonisch-magmatischen Beben ist natürlich, daß man sie zu suchen habe nur unterhalb der 30—40-km-Zone. Indessen eine solche Beschränkung auf eine sehr tiefliegende Sphäre wäre ganz irrtümlich, denn sie können auch in viel höheren Niveaus ihren Sitz haben: Das Magma verharrt ja nicht bloß in der Tiefe unterhalb 30 bis 40 km, sondern kommt auch aus dieser an zahlreichen Orten herauf und nistet sich hierbei in allen Niveaus dieser 30—40 km mächtigen Erdrinde ein, bis hin zur Erdoberfläche und erzeugt dabei magmatische Erdbeben innerhalb derjenigen Zone, die wir bei oberflächlichem Zusehen lediglich für die Entstehung tektonischer Beben beanspruchen möchten. Es folgt daher, daß die magmatischen Beben eine größere Unabhängigkeit von der Höhenlage in der Erde besitzen als die tektonischen; und es folgt weiter, daß der Begriff dessen, was ich »magmatische« Beben nenne, ein weiterer ist, als der der »kryptovulkanischen« Beben: denn er umfaßt diese letzteren und die »vulkanischen«. Die vulkanischen Beben sind ja auch

nur magmatischer Natur, denn die Äußerungen des Magmas im Schmelzherde und im Schlote des Vulkanberges sind doch ziemlich dieselben wie im tiefer gelegenen Schmelzherde (Intrusionsmassen) und wie im noch tiefer, unter der Erdrinde, gelegenen Magma.

Da die verschiedenen Aggregatzustände in der Tiefe nicht scharf von einander geschieden sind, sondern allmählich ineinanderübergehen, so folgt, daß auch aus diesem Grunde die tektonischen Beben nach der Tiefe hin allmählich in magmatische übergehen werden.

Wie ich bei den tektonischen Beben zwei Zonen unterschieden habe, so möchte ich bei den magmatischen Beben drei Zonen unterscheiden: In der oberen Zone der allgemeinen magmatischen Teufe findet durch Verschiebung der darüberliegenden Erdrindeschollen wohl auch eine Verschiebung des darunterliegenden Magmas statt, so daß dieses durch seine Äußerungen bei dem Beben mitwirkt; denn ein starkes Absinken einer Scholle ist ja nur denkbar, wenn ihr unten Platz gemacht wird, und es wird meistens schließlich das Magma sein, das nach der Seite und nach oben hin ausweicht. Es wird hier also ein »kombiniertes« Beben entstehen können. In noch größerer Tiefe, bis in die hinab die Verschiebung der festen Schollen nicht mehr verschiebend auf das Magma einwirkt, werden dagegen nur rein magmatische Beben entstehen können. Nun gibt es aber noch ein Drittes: Oben, in der Erdrinde, also bis hinab zu 30—40 km Tiefe, befinden sich zahlreiche Schmelzmassen, die in höherem Niveau liegen als das allgemeine Magma. Hier werden sich ebenso wie in der oberen magmatischen Teufe Schollenbewegungen auf das intrudierte Magma fortpflanzen können: es werden also auch hier, in der Erdrinde, (neben rein tektonischen) entweder rein magmatische Beben oder kombiniert tektonisch-magmatische entstehen können.

Diese Trennung des Magmas in eine unter der Erdrinde liegende allgemeine innere Schmelzmasse[1] und in kleinere Schmelzseen, die in allen Niveaus der Erdrinde stecken, scheint eine notwendige Annahme zu sein. Das Dasein dieser Schmelzseen in der Erdrinde wird ja erwiesen durch das Dasein zahlreicher Tiefengesteine, also erstarrter ehemaliger Schmelzseen. Das Dasein einer allgemeinen inneren großen Schmelzmasse aber läßt sich zwar nicht erweisen; es ist indessen eine logische Folgerung der Ansicht, daß es nach der Tiefe hin immer wärmer wird.

Die Vorgänge in dem Magma, durch die von ihm ein Beben erzeugt werden kann, müssen offenbar völlig anderer Art sein als die

---

[1] Gleichviel ob sie durch Druck festgepreßt ist, sie hat doch Schmelztemperatur und ist eine Schmelzmasse, da sie sofort flüssig wird, sobald der Druck aufgehoben wird.

Vorgänge, durch die ein tektonisches Beben entsteht. Bei den tektonischen Beben verschieben sich in der festen spröden Zone die Schollen, es entsteht also Reibung oder nur, in der latent-plastischen, wärmeerweichten Zone, ein sanfteres Aneinanderentlanggleiten. Bei den magmatischen Beben entsteht keine Reibung, sondern entweder Explosion und zwar auf dreierlei verschiedene Weise; oder es entsteht beim Kristallisieren in höheren Niveaus Zusammenziehung, in tieferen aber Ausdehnung (Tammann); oder es erfolgt Ausdehnung des Nebengesteins beim Erwärmtwerden durch das Magma; oder Zusammenziehung des intrudierten Magmas sowie des Nebengesteins beim Wiederabkühlen; oder endlich Empordrängen bezüglich Emporgedrängtwerden des Magmas gegen, sowie intrusiv in die feste Rinde.

Die Ursachen der magmatischen Beben sind somit nicht nur andere, sondern auch viel mannigfaltigere als die der tektonischen Beben:

Die magmatischen Beben können durch 5 fach verschiedene Art und Weise der Einwirkung des Magmas hervorgerufen werden, die sie in Explosions-, Intrusions- und Kristallisationsbeben gliedern läßt; wobei freilich die erste und zweite Gruppe nicht ganz scharf getrennt ist insofern, als bei Intrusionen, entweder allein oder doch zum Teil, auch Explosionen wirksam sein können.

A. Magmatische Explosionsbeben. Ganz vorwiegend wirkt das Magma wohl durch Explosionen; hier möchte ich jedoch streng auseinanderhalten drei verschiedene Arten von Explosionsbeben, nämlich »Magmatische Explosionsbeben« und zweierlei bzw. dreierlei »Kontakt-Explosionsbeben«, die erstere ich als »eigentliche«, die letztere ich als »uneigentliche« magmatische Beben unterscheiden will.

a) Die eigentlichen magmatischen Explosionsbeben entstehen dadurch, daß die **innerhalb** des Magmas befindlichen Gase explodieren.

b) Die uneigentlichen magmatischen Explosionsbeben sind dagegen nur eine Kontakterscheinung, sind also nur Kontaktbeben; sie entstehen dadurch, daß **außerhalb** des Magmas befindliche Gase zur Explosion gelangen. Das aber kann auf zweierlei bzw. gar auf dreierlei verschiedene Weisen geschehen:

Einmal dadurch, daß das Magma, bezüglich heiße magmatische Gase, hinaufsteigen und hier oben in Kontakt treten mit Wassermassen, die sich in größeren Hohlräumen oder in den zahllosen kleinsten Hohlräumen der vom Wasser durchtränkten Erdrinde angesammelt haben.

Zweitens dadurch, daß umgekehrt Wassermassen in Kontakt treten mit dem Magma, indem sie auf plötzlich sich öffnenden Spalten in die Tiefe und in die Nähe des Magmas hinabgelangen.

Drittens in ganz anderer Weise dadurch, daß aufsteigendes sehr heißes Magma bzw. magmatische Gase in Kontakt treten mit festen kristallinen Massengesteinen der Erdrinde, in denen bekanntlich stets große Mengen von Gasen vorhanden sind, die letztere sich beim Erhitzen dieser Gesteine auf Rotglut stürmisch entwickeln.

Es handelt sich in allen letztgenannten drei Fällen also um Kontakterscheinungen ganz ebenso wie es bei dem Kontakt-Metamorphismus der Gesteine sich um eine Kontakterscheinung handelt; und es sind zwei ganz verschiedene Arten solcher Kontaktexplosionsbeben zu unterscheiden: Die durch Verwandlung von Wasser in Dampf, und die durch Entweichen jener anderen Gase aus den festen Gesteinen hervorgerufenen. Da indessen in allen diesen Fällen das Magma zugleich auch in ihm vorhandene Gase durch Explosion abgeben kann, und da ferner beim Erhitzen dieser festen Gesteine neben anderen Gasen auch etwas Wasserdampf ihnen entweicht, so werden diese verschiedenen Arten von Explosionsbeben durch Bindeglieder miteinander verbunden sein.

Natürlich wird in den seltensten Fällen die Entscheidung möglich sein, ob eine »eigentliche« magmatische Explosion oder nur eine »uneigentliche«, nur eine »Kontaktexplosion« und welche der beiden Arten von Kontaktexplosionen vorliegt. Das kann indessen kein Grund sein, sich dieses Unterschiedes nicht bewußt werden zu wollen. Ebenso wird man oft nicht entscheiden können, ob ein »rein tektonisches«, oder ein »kombiniert magmatisch-tektonisches«, oder ein »rein magmatisches« Beben vorliegt; aber auch hier wird das ebensowenig ein Grund sein können, sich über diesen Unterschied nicht klar werden zu wollen.

B. Magmatische Intrusionsbeben[1]. Daß das Magma auch dann ein Beben hervorrufen muß, wenn sich der Vorgang einer Intrusion vollzieht, ist einleuchtend. Aber auch hier sind, und zwar 6fache Unterschiede denkbar.

a) Wenn das Magma in einen bereits durch tektonische Vorgänge geschaffenen, also präexistierenden Hohlraum eintritt, dann werden die

[1] Günther unterscheidet pseudovulkanische und kryptovulkanische Beben. Mit ersterem Namen bezeichnet er die Beben, die als Nachwehen eines vulkanischen Ereignisses entstehen, also durch Absitzen der gelockerten Massen. Mit letzterem Namen bezeichnet er die Intrusionsbeben.

Gase des Magmas durch gewaltige Explosionen sich befreien, dann wird also das Intrusionsbeben ein magmatisches Explosionsbeben sein.

b) Auch dann noch wird das der Fall sein, wenn sich durch gebirgsbildende Kräfte bzw. durch Seitendruck bei der Schrumpfung ein Hohlraum erst langsam bildet und nun im selben Schritte das Eindringen des Magmas allmählich erfolgt. Aber es liegt dann doch kein rein magmatisches Beben mehr vor. In beiden Fällen ist zwar die Bildung des Hohlraumes ein rein tektonischer Vorgang. Im ersteren Falle aber hatte sich dieser und das durch ihn entstandene Beben schon vor der Intrusion vollzogen; im letzteren Falle, wenn Entstehung des Hohlraumes und Entstehung der Intrusion gleichzeitig erfolgen, kann das Beben ein kombiniertes, magmatisch-tektonisches sein.

c) Indessen es gibt noch ein Drittes: Wenn das Magma sich selbst den Hohlraum schafft — und die Lagerungsverhältnisse bei den Laccolithen zuerst Nordamerikas, dann an andern Orten, sowie das Dasein intrusiver Lagergänge sprechen durchaus auch für die Möglichkeit dieser Deutung — dann ist das durch das gewaltsame mechanische Eindringen des Magmas und zugleich durch seine dabei erfolgenden Explosionen hervorgerufene Beben, wie im ersten Falle, ein rein magmatisches. Das würde auch dann gelten, wenn die Kraft des Magmas, sich selbst den Hohlraum zu schaffen, keine ursprünglich in ihm selbst liegende wäre, sondern wenn sie dem Magma erst mitgeteilt würde dadurch, daß absinkende Schollen es aufwärtspressen.

d) Indessen diese Kraft kann auch in dem Magma selbst liegen bzw. von ihm selbst ausgehen, und zwar in verschiedener Weise durch Volumenvermehrung und durch Volumenverminderung: Was zunächst ersteres betrifft, so muß eine eingedrungene Intrusionsmasse das Nebengestein erwärmen, also ausdehnen und damit nach oben hin Druckkräfte ausüben, in deren Gefolge Zusammenpressung oder Aufpressung des Hangenden und damit Erschütterungen auftreten können.

e) Umgekehrt, wenn die Intrusionsmasse und das erwärmte Nebengestein sich wieder abkühlen und zusammenziehen, dann muß das Überliegende nachsinken. Ein auf eine dieser beiden letzteren Weisen entstandenes Beben ist, wenn auch alle Beweise für seine tektonische Natur zu sprechen scheinen — denn das Aufpressen wie das Einsinken wird ja Spaltenbildung im Gefolge haben — dennoch ein rein magmatisches.

Sehr lehrreich scheint mir in dieser Beziehung das kalifornische Beben von 1906 zu sein. Wie Rothpletz betonte, hat sich nördlich von San Franzisko die Oberfläche ausgedehnt, offenbar doch, weil in der Tiefe eine Intrusion erfolgte. Also trotz der 32 km langen »Beben-

spalte«, die sich wieder öffnete. war dies Beben doch kein tektonisches, sondern ein magmatisches, ein Intrusionsbeben, oder höchstens ein kombiniertes tektonisch-magmatisches.

f) Magmatische Kristallisationsbeben. Noch eine weitere vom Magma selbst ausgehende Ursache von Beben ist denkbar. Aus Barus Untersuchungen wissen wir, daß der lange Streit über die Frage, ob mit dem Erstarren des Schmelzflusses Volumenzunahme oder -abnahme verknüpft ist, dahin entschieden ist, daß (an der Erdoberfläche und in den oberen Teufen) das Erstarren unter Zusammenziehung erfolgt.

g) Aus Tammanns, allerdings an anderen Körpern als am Schmelzfluß gewonnenen Ergebnissen aber müssen wir auch für den Schmelzfluß folgern, daß in großer Teufe, jenseits der verschiedenen maximalen Schmelzpunkte der verschiedenen Gesteins- bzw. Magmamischungen, bei ihrem Erstarren eine Ausdehnung erfolgt. Ganz wie bei jener unter e und d erwähnten Zusammenziehung oder Ausdehnung infolge von Abkühlung oder Erwärmung müssen bei dieser durch Kristallisation erfolgenden Zusammenziehung oder Ausdehnung Nachsinken der Erdrinde bzw. Druck gegen diese erfolgen, die Erderschütterungen hervorrufen können.

Die unter d, e, f erwähnten Vorgänge werden sich großenteils im Innern der Erdrinde an den dort intrudierten Schmelzmassen vollziehen; der unter g erwähnte aber wohl nur in großer Tiefe, also an der Grenze zwischen Rinde und allgemeinem Magma oder noch tiefer in letzterem. Im Gefolge dieser Vorgänge werden Spaltenbildungen in der Erdrinde entstehen können, so daß man, wenn man die Spalten sähe, die betreffenden Beben als tektonische erklären würde, während es in Wirklichkeit doch rein magmatische Beben sind.

Man sieht, daß wir mit diesen Vorgängen und Beben bereits in das Gebiet der tektonischen Beben kommen: **insofern** nämlich die Runzelung und Zertrümmerung der Erdrinde auf ein Schrumpfen des Erdkernes zurückgeführt wird. Da nun aber diese Schrumpfung der Magmamassen beim Abkühlen und beim Kristallisieren das Primäre, die Ursache ist, die Runzelung und Zertrümmerung der nachsinkenden Erdrinde aber das Sekundäre, die Folgewirkung, so folgt, daß sogar die echten tektonischen Beben, **soweit** sie wirklich aus solchem Vorgange entstehen, eigentlich magmatische Beben, bzw. kombiniert tektonisch-magmatische sind.

Aber man vergesse nicht, daß die herrschende Schrumpfungslehre nicht die einzige denkbare Erklärung für das Entstehen der tektonischen Vorgänge ist. Auch auf isostatische

Bewegungen der Rinde, oder auf horizontale Strömungen in dieser (Ampferer), oder auf Vorgänge ganz anderer Art, Beschleunigung und Verlangsamung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde, Verlagerung der Erdachse usw. werden von anderen Forschern die tektonischen Erscheinungen entweder ganz oder zum Teil zurückgeführt. Und isostatische sowie Strömungsvorgänge vollziehen sich auch im Magma, hierdurch entstehende Beben wären also im letzten Grunde auch magmatische, selbst wenn sie tektonisch wirken. Die obengenannten aber vollziehen sich durchaus nicht im Magma; hierdurch entstehende Beben wären daher echt tektonische. Wo aber die Wahrheit bezüglich der Entstehungsursache der tektonischen Vorgänge liegt, das wissen wir doch zur Zeit nicht.

Bei diesen Kristallisationsbeben herrscht über einen Punkt leider völlige Unsicherheit: Wir kennen nicht die Maximalschmelzpunkte der verschiedenen Gesteinsmischungen, können uns daher kein auch nur halbwegs sicheres Bild von der Tiefe machen, um die es sich hier handelt. Wir wissen somit nicht, ob bereits in dieser Tiefe eine Erstarrung des Magmas stattfindet, ob daher nicht etwa die infolge von Dilatation entstehenden Kristallisationsbeben nur ein Theoretisches sind, dem nichts Tatsächliches entspricht. Damit würden dann alle Folgerungen hinfällig werden, die man an das Entstehen von Ausbrüchen infolge dieser Dilatation geknüpft hat.

Diese theoretischen Betrachtungen zeigen 1. daß die Ursachen der magmatischen Beben sehr verschiedenartige sein können; 2. daß in gewissen Fällen magmatische Beben sogar mit Niveauveränderungen an der Erdoberfläche verbunden sein können ganz wie die tektonischen, so daß man sie daher als tektonische deuten würde[1]; 3. daß selbst bei recht flacher Lage des Bebenzentrums ein magmatisches Beben vorliegen kann; denn A. Lacroix hat gezeigt, daß vollkristalline Tiefengesteine bereits in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche sich bilden können; 4. daß folglich magmatische Beben sehr viel häufiger sein dürften, als man im allgemeinen annimmt, d. h., daß viele vermeintliche tektonische Beben in Wirklichkeit rein magmatische oder in anderen Fällen auch kombiniert magmatisch-tektonische sein werden; 5. daß sogar echt tektonische Beben, falls man

[1] Explosionsbeben können keine Niveauveränderungen an der Erdoberfläche hervorrufen. Kristallisationsbeben und Intrusionsbeben aber, soweit sie durch Erwärmung oder Abkühlung entstehen, **können** Niveauveränderungen im Gefolge haben wie die tektonischen.

mit Recht die Runzelung der Erdrinde auf Abkühlungs-Vorgänge im Magma zurückführt, im letzten Grunde eigentlich magmatische und nur sekundär tektonische, also »kombiniert tektonisch-magmatische« sind.

III. Das verhältnismäßige Alter der verschiedenen Bebenarten. Zweifellos ist, daß tektonische Beben erst eintreten können, wenn auf einem Gestirn eine feste Erstarrungsrinde sich gebildet hat. Ebenso zweifellos aber ist, daß Vulkanismus auf einem Gestirn bereits eintritt, bevor eine Erstarrungsrinde auf ihm entstanden ist, also schon bei einem feuerflüssigen, ja sogar noch früher, schon bei einem gasförmigen Aggregatzustande des Gestirns[1].

Im Gefolge vulkanischer Eruptionen und Explosionen tritt aber bekanntlich eine Erschütterung nicht nur der festen Gestirnsrinde, sondern auch der feuerflüssigen und sogar der gasförmigen Massen im Innern des Gestirns ein, gleichviel ob das Gestirn eine Rinde besitzt oder rindenlos ist. Man sage nicht, das sei kein Beben. Ist denn nicht ein Seebeben auch ein Beben, obgleich es doch die flüssige Wassermasse ist, die hier erschüttert wird?! Mit demselben Rechte, mit dem man Seebeben als Beben anerkennt, muß man folglich auch die Erschütterung der feuerflüssigen oder auch der gasförmigen Massen eines jugendlichen, rindenlosen Gestirns als ein Beben bezeichnen.

Es zeigt sich also, daß nicht nur — wie in der unten angezogenen Schrift dargelegt ist — die Erscheinungsweise der Vulkanausbrüche im Laufe der Entwicklung eines Gestirns sich verändert, sondern das gilt auch von der Erscheinungsweise der Beben.

Somit ergibt sich:

1. Magmatische Beben sind ganz ungemein viel älter als tektonische, also auch älter als Auflösungs[2] (Einsturz)-Beben.

2. Der Vulkanismus ist ebenso alt wie die Beben, aber nur wie die magmatischen Beben.

IV. Ein unterscheidendes Merkmal zwischen tektonischen und magmatischen Beben könnte möglicherweise bestehen,

[1] W. Branca, Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus. Öffentlicher Vortrag. Sitzungsberichte dieser Akademie 1915.

[2] Da auch bei vulkanischen Beben Einstürze vorkommen, die das Beben erzeugen und da diese vulkanischen Einstürze eine völlig andere Ursache haben als sie dem sogenannten »Einsturz«-Beben zugrunde liegt, so scheint es richtiger, diese letzeren als »Auflösungs«-Beben zu bezeichnen, da sie ja durch chemische Auflösung der Gesteine bedingt werden.

so daß man dann beide auseinanderhalten könnte, auch wenn jedes andere Unterscheidungsmerkmal versagen würde:

Schon MILNE hat der Ansicht Ausdruck gegeben[1], daß wenn das Magma in der Tiefe in Bewegung und magnetisch sei, die dem Magma nächstgelegenen Orte an der Oberfläche, also die im Epizentrum gelegenen, am stärksten davon erregt werden würden. Es ist nun bemerkenswert, daß bei den großen japanischen Beben die magnetische Störung 30—40 Stunden vor dem Ausbruch des Bebens beginnt und ebenso schon etwa 12 Stunden vorher erlischt.

Gleiches berichtet RICHARD LANG von den acht schwäbischen Beben von September 1911 bis April 1912; hier erfolgte der Beginn der magnetischen Störung (1911) 30—46 Stunden vorher und ihr Aufhören auch noch 11—29 Stunden vor dem ersten Stoß[2]. LANG folgert daraus, daß hier die Fließbewegung des Magmas schon entsprechend lange Zeit vor dem Eintritt des Bebens aufgehört habe. Daraus schließt er weiter, daß es sich hier um Intrusionsbeben handeln müsse, denn bei Explosionsbeben müsse gleichzeitig mit dem Beben eine magnetische Störung eintreten, infolge der damit verbundenen Aufwallung des Magmas.

Ganz im allgemeinen macht LANG darauf aufmerksam, daß man kryptovulkanische (also magmatische) Beben von tektonischen mit Hilfe dieses Merkmals zu unterscheiden imstande sei: kryptovulkanische Beben[3] müssen nach ihm »durch Störungen im Gang der Magnetnadel erkennbar sein, weil im Zusammenhang mit ihnen Fließbewegungen des Magmas stattfinden, die auf den Gang des Erdmagnetismus wirken«; wogegen bei tektonischen Beben unmöglich eine Einwirkung auf die Magnetnadel entstehen könne. Da nun z. B. in Japan gewisse Beben mit magnetischen Störungen verknüpft seien, so seien diese gewiß magmatischer Natur.

Ganz klar liegen diese Verhältnisse wohl noch nicht. Falls aber doch auch tektonische Bewegungen magnetische Störungen hervorrufen sollten, so müßten beide gleichzeitig eintreten. Starke Ungleichzeitigkeit des Bebens und der magnetischen Störung spricht für magmatisches Beben; aber auch hier möchte ich meinen, daß

[1] MILNE, Seismological observations and Earth physics. Geographical Journal Bd. 21, S. 17, 1903.

[2] RICHARD LANG, Klassifikation und Periodizität der tektonischen und kryptovulkanischen Beben. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Paläontologie, Beilageband 35, 1913 S. 776—838, hier speziell S. 809.

[3] Man muß bei der folgenden Betrachtung sich vergegenwärtigen, daß LANG von kryptovulkanischen Beben spricht, ich von magmatischen und daß beide Begriffe sich nicht ganz decken, indem der des magmatischen Bebens der weitere ist, der den engeren des kryptovulkanischen in sich schließt (S. 384).

gewiß ein Teil der magmatischen Beben darum keinerlei magnetische Störungen hervorrufen wird, weil hier nicht genügend starke und anhaltende Fließbewegungen stattfinden. Wenn z. B. eine Spalte in der Tiefe der Erde über einem Magmaherde aufreißt, so werden aus letzterem, da in der Spalte der Druck plötzlich verringert wird, Explosionen in die Spalte hinein stattfinden, die natürlich Erderschütterungen hervorrufen; wobei es aber doch immer noch zweifelhaft erscheint, ob durch das nun folgende, vielleicht schnelle und bald beendete Hineinquellen des Magmas in diese Spalte, also durch diese kurze Fließbewegung, bereits eine magnetische Störung hervorgerufen wird. Aber davon abgesehen entstehen ja magmatische Beben auch lediglich durch Erwärmung und Abkühlung (S. 388 d und e); und gegenüber so entstandenen magmatischen Beben versagt natürlich jenes Merkmal der magnetischen Störungen, da hier ja keine Fließbewegung des Magmas vorliegt.

Lang meint freilich[1], daß bei Explosionsbeben gerade ein so starkes Aufwallen des Magmas erfolgen müsse, daß dadurch gleichzeitig magnetische Störungen erfolgen müßten. Es sei also ein Explosionsbeben mit magnetischen Störungen verbunden, ein Intrusionsbeben aber nicht; und darin sei ein Intrusionsbeben den tektonischen Beben gleich, jedoch von letzterem wieder darin verschieden, daß bei Intrusionsbeben magnetische Störungen vor Beginn des Bebens entstehen und wieder vergehen, bei tektonischen Beben dagegen gar keine magnetischen Störungen eintreten[2].

V. Niveauveränderungen. Tektonische Beben, sobald sie nicht nur durch Aufreißen einer Spalte, sondern auch durch Verschieben zweier Schollen gegeneinander entstehen, müssen, so sollte man meinen, notwendig an der Erdoberfläche in Form von plötzlichen Niveauveränderungen sich bemerkbar machen. Namentlich aber müßte das dann stets der Fall sein, wenn das Beben nicht nur aus einem oder einigen Stößen besteht, sondern wenn eine ganze »seismische Phase« hereinbricht, also eine Erdbebenzeit, die tage-, wochen-, monate-, jahrelang andauert, so daß Hunderte und Tausende von Stößen die Erde erschüttern. Wenn auch jeder einzelne Stoß nur von einer ganz kleinen Niveauveränderung begleitet wird, so müßte sich doch, wenn es sich um Hunderte und Tausende von Stößen handelt, das summieren und an der Erdoberfläche schließlich in großen Niveauveränderungen bemerkbar werden.

[1] A. a. O. S. 810, 817.

[2] E. Naumanns Ansicht, daß die magnetischen Störungen in Japan durch tektonische Störungen hervorgerufen seien, erscheint mir unhaltbar, weil die magnetischen dort vor Eintritt der tektonischen entstehen und vergehen. Vgl. Sieberg, Handbuch der Erdbebenkunde 1904, S. 126 (Hörnes, Kryptovulkanische oder Injektionsbeben. Geologische Rundschau 1911, S. 403).

Das gilt übrigens nicht nur ausschließlich von tektonischen Beben, sondern, wie gesagt wurde, müssen unter Umständen auch magmatische Beben mit Niveauveränderungen an der Erdoberfläche Hand in Hand gehen können (S. 390 Anm.).

Man kennt ja solche Niveauveränderungen infolge tektonischer Beben. Aber gerade der Umstand, daß man solche Fälle immer besonders hervorhebt und zitiert, während diese doch bei den ungemein zahlreichen, als tektonisch angesprochenen Beben derartig häufig vorkommen und beobachtet sein müßten, daß man sie als etwas Alltägliches gar nicht mehr nennenswert erachten würde — gerade dieser Umstand müßte doch zur Vorsicht mahnen, überall mit Vorliebe nur tektonische Beben erkennen zu wollen.

Bekanntlich vergeht keine Stunde, in der nicht irgendein Teil unserer Erdoberfläche ein Beben erleidet. Dem ganz überwiegend größten Teile dieser zahllosen Beben wird eine tektonische Natur zugesprochen. Warum also bemerkt man bei diesen zahllosen, angeblich fast immer durch Verschiebung von Schollen entstandenen, also angeblich tektonischen Beben, nur verhältnismäßig so überaus selten das Vorhandensein einer Verschiebung, einer Niveauveränderung? Die Antwort auf diese Frage kann doppelt lauten:

Entweder weil die Verschiebung der Schollen fast immer in der Tiefe der Erdrinde eintritt und dann fast immer allmählich nach der Höhe zu erlischt, sich also fast nie bis an die Erdoberfläche fortpflanzt. Gewiß, das mag nicht selten vorkommen; aber daß es der ganz überwiegenden Regel nach der Fall sein sollte, das will mir nicht einleuchten.

Oder aber es findet bei Erdbeben tatsächlich, und zwar unten wie oben, nur in verhältnismäßig seltensten Fällen eine Niveauveränderung statt. Das ließe sich dann nur so deuten, daß die tektonischen Beben nur selten durch Verschiebung von Schollen hervorgerufen werden, sondern fast immer nur durch das bloße Aufreißen einer Spalte; auch das wird wohl niemand annehmen wollen.

Ist dem nun so, dann bleibt nur ein Drittes: Die angeblich tektonischen Beben wären dann zum mehr oder weniger großen Teile gar keine tektonischen Beben, sondern magmatische.

Dieses Dritte scheint mir insofern das Richtige zu sein, als es meiner Ansicht nach gewiß für nicht wenige, oder gar für viele der angeblich tektonischen Beben gilt. Indessen, man wird mir die Tatsache entgegenhalten wollen, daß doch, wie Graf Montessus de Ballore nachwies, die meisten Beben im Faltengebirge sich ereignen, also im Zerrüttungsgebiete, daß sie somit eine Folge der Zerrüttungs-, der tektonischen Vorgänge sein müßten: und diese Tatsache scheint allerdings

durchaus gegen meine oben geäußerte Ansicht zu sprechen, denn sie steht scheinbar im Widerspruch mit ihr. Den möchte ich zu erklären suchen.

Ich stelle zunächst drei Tatsachen nebeneinander:

1. Tatsache ist, wie schon gesagt, daß die ganz überwiegende Zahl der Beben an die Zerrüttungszonen der Erde gebunden ist; woraus man auf einen notwendigen ursächlichen Zusammenhang beider geschlossen und gefolgert hat, die ganz überwiegende Zahl aller Beben sei eine Folge der Zerrüttung, sei tektonischer Natur.

2. Tatsache ist nun aber ebenso, daß nicht nur die Erdbeben, sondern auch die Vulkane gern an die Zerrüttungszonen gebunden sind; woraus man dann, aber irrtümlicherweise, ebenso gefolgert hat, daß Vulkane überhaupt nur da sich bilden müßten, wo offene Spalten in den zerrütteten Gebieten dem Magma den Ausweg gestatten.

3. Tatsache ist endlich, daß trotzdem keineswegs in allen Zerrüttungsgebieten sich Vulkane befinden, so z. B. in den Alpen, im Himalaja nicht, während dort doch starke Erdbeben auftreten; woraus man gefolgert hat, daß die Erdbeben tektonischer, nicht aber magmatischer Entstehung sein müßten.

Diese Folgerungen erscheinen mir nun durchaus nicht zwingend. Wenn ich nämlich die erste und die zweite jener drei Tatsachen nebeneinander stelle, so ziehe ich den Schluß: Da, wo in den Zerrüttungszonen sowohl Erdbeben als auch Vulkane sich finden, da könnten an und für sich die Erdbeben logisch doch ebensogut eine Folge des Vulkanismus (im weiteren Sinne) wie eine Folge der Zerrüttung sein. Da könnten sie also an und für sich ebensogut magmatischer wie tektonischer Natur sein.

Aus der dritten jener Tatsachen aber ziehe ich den Schluß: Selbst da, wo in Zerrüttungsgebieten zwar Erdbeben, aber keine Vulkane auftreten, selbst da noch können die Beben an und für sich ebensogut magmatischer wie tektonischer Natur sein; denn es gibt ebensogut unterirdischen Vulkanismus wie oberirdischen. Das Magma liegt eben nicht nur in der Tiefe unterhalb der 30—40-km-Zone (S. 385), sondern steigt auch in alle Höhenlagen der Erdrinde empor und nistet sich dort in Form von größeren oder kleineren Schmelzherden ein. Der Umstand also, daß irgendwo, namentlich aber in einem Zerrüttungsgebiete, über Tage keine Magmamassen austreten, beweist nicht im mindesten, daß sie hier nicht unter Tage eintreten. Ganz im Gegenteil, wir sehen ja an den zahllosen Intrusionsmassen, die durch die Erosion bereits freigelegt worden sind, während noch massenhafte Intrusionsmassen versteckt in der Tiefe daliegen werden, daß der unterirdische Vulkanismus, entweder auch jetzt noch oder doch mindestens früher, sehr viel häufiger gewesen sein muß als der oberirdische.

Das aber ist auch sehr erklärlich, denn es bedarf doch geringerer Kraftanstrengung, wenn das schwere Magma, eine Intrusion in der Tiefe bildend, z. B. nur bis 20 oder bis 10 km unter der Erdoberfläche aufzusteigen braucht, als wenn es noch 20 oder 10 km höher, bis an die Erdoberfläche, steigen muß. Und weiter: Es muß doch jeder oberirdische Vulkanberg einen unterirdischen Schmelzherd besitzen, so daß also unterirdische vulkanische Massen notgedrungen sich finden können nicht nur da, wo keine oberirdischen Vulkane sind, sondern auch noch da sich finden müssen, wo oberirdische Vulkane auftreten.

Die unterirdischen, d. h. innerhalb der Erdrinde befindlichen Stätten des Schmelzflusses müssen folglich ganz ungemein viel zahlreicher sein als die oberirdischen. Das Fehlen von oberirdischen Vulkanen in von Erdbeben heimgesuchten Zerrüttungsgebieten beweist somit an sich gar nichts dafür, daß hier in den Tiefen keine Magmamassen liegen, daß also hier auftretende Beben nicht magmatischer Natur sein könnten.

Ich komme daher mit gutem Grunde zu folgenden fünf Schlüssen:

1. Beben in Zerrüttungsgebieten können an und für sich, und zwar nicht nur in vulkantragenden, sondern ebensogut auch in vulkanfreien Stellen derselben, ganz ebensogut magmatischer Natur sein wie tektonischer. Die tektonische Natur eines Bebens ist daher erst dann sicher erwiesen, wenn noch andere Beweise dafür vorhanden sind als allein die Lage in einem Zerrüttungsgebiete.

2. Beben sind sicher rein magmatischer Natur überall dann, wenn ihr Zentrum eine sehr tiefe Lage hat, d. h. tiefer als 30—40 km liegt. Wobei ich hinweise auf das auf S. 382 Gesagte, daß die 30—40 km ja nichts Genaues seien.

3. Beben können aber selbst noch bei flacher, also innerhalb der Erdrinde liegendem Zentrum, magmatischer Natur sein, nämlich, wenn sie durch an dieser flacheren Stelle liegende Intrusionsvorgänge erzeugt werden. Daß Intrusionen in allen Niveaus der Erdrinde sich vollziehen können, das ist sicher. A. Lacroix hat gezeigt, daß körnige Tiefengesteine, also Erstarrungsmassen von Intrusionen, sogar in überaus geringen Tiefen entstehen können bzw. entstanden sind, von noch weniger als wenigen Kilometer Tiefe.

4. Beben können hier wie da auch »kombiniert magmatisch-tektonische« sein, brauchen also selbst da, wo man sicher auf tektonische Herkunft schließen zu können sich berechtigt glaubt, durchaus nicht immer rein tektonische zu sein.

5. Ganz ebenso also, wie man beim Zustandekommen der Vulkane den Einfluß der Tektonik überschätzt hat, indem man tektonische Vor-

gänge möglichst für den immer allein wirksamen Faktor erklärte und die Kraft der vulkanischen Massen bestritt, sich auch unabhängig von präexistierenden, offenen Spalten, mindestens durch die oberen Schichten der Erdrinde, Wege bahnen zu können, so hat man auch beim Zustandekommen der Erdbeben meiner Ansicht nach den Einfluß der Tektonik überschätzt und hier wie da den Einfluß des Magmas unterschätzt.

VI. Vorrichtungen zum Nachweise von Niveauveränderungen an der Erdoberfläche. Außer den durch den offenbaren Augenschein und die Geologie gegebenen Mitteln zum Nachweise stattgehabter Veränderungen in der Höhenlage lassen sich auch künstliche Mittel erdenken, mit deren Hilfe man solche Niveauveränderungen erkennen könnte, namentlich dann, wenn letztere nur so geringe Werte besitzen, daß sie sich dem bloßen Augenschein entziehen. Die Anwendung solcher Mittel aber, namentlich da sie sich ohne größere Kosten herstellen lassen, wäre wünschenswert; kommen doch Veränderungen der Höhenlage zustande durch Erdbeben, tektonische Vorgänge, säkulare Hebung und Senkung, Auswaschung bzw. Auflösung der Gesteine, Abtragung durch Wässer, durch Wind, durch eigene Schwere, also durch acht verschiedene Ursachen und sind zudem oft, mindestens für den Augenblick, von winziger Größe.

Bekannt ist das Mittel der in den Felsen im Meeresniveau eingehauenen Marken, das man in Skandinavien angewendet hat, um den Betrag säkularer Hebung zu ermitteln.

Bekannt ist auch, daß durch geodätische Höhenbestimmungen, die in längeren Zeiträumen an denselben Orten wieder vorgenommen werden, wirkliche bzw. aber auch vermeintliche Änderungen der Höhenlage gefunden werden können bzw. worden sind: vermeintliche nämlich dann, wenn die älteren Bestimmungen ungenau gewesen waren: so daß sich durch die neueren, schärferen nun scheinbare Veränderungen der Höhenlage ergaben (Schweiz, Frankreich).

Ein drittes, sehr einfaches Mittel, um in bergigen Gegenden Niveauveränderungen festzustellen, wäre das folgende: Ortschaften mit Kirchtürmen liegen hier vorwiegend in Mulden oder Tälern, sind also unsichtbar für den in einem Nachbartale Stehenden. Nähert man sich nun von diesem anderen Tale aus, am Berge emporsteigend der Höhe, von der aus man die Ortschaft schließlich unten liegen sieht, so kommt man zunächst an einen Punkt, an dem die Spitze des Kirchturms der betreffenden Ortschaft eben über dem Bergrücken sichtbar wird. Wenn man an dieser Stelle am Wegrande einen gekennzeichneten und mit einer Nummer versehenen Stein setzen würde, um diesen Punkt festzulegen, so hätte man ein einfaches, billiges Mittel, durch das sich erkennen ließe, ob etwa später zu irgendeiner Zeit von diesem Punkte

aus die Spitze des Kirchturmes entweder noch nicht sichtbar ist. oder ob sie nun bereits vor Erreichung dieses Punktes sichtbar wird. Eine ganze Anzahl solcher numerierten Steine an den verschiedensten Stellen eines Gebietes verteilt, würde eine ziemlich genaue Kontrolle über etwa erfolgte Veränderungen der Höhenlage gestatten, und jeder Wanderer könnte die Kontrolle ausführen und etwa eingetretene Veränderungen der kontrollierenden Person melden. Diese würde das Kontrollbuch führen, in dem jeder der Steine mit seiner Nummer und seiner Bedeutung verzeichnet stände. Da die Beobachter verschieden groß sind, so müßte eine bestimmte Höhe des Augenpunktes über der Erdoberfläche als normal geltend angenommen, eventuell auch an einem Baumstamm markiert werden.

Mit diesen drei Mitteln würde man indessen nur Veränderungen in der Höhenlage, also Hebungen und Senkungen, nachweisen können, nicht aber auch seitliche Verschiebungen. Ein viertes feineres, aber ebenfalls nicht kostspieliges Mittel würde daher darin liegen, daß man drei oder mehrere Fixpunkte, die in einer Geraden liegen, errichtete, oder, wenn schon vorhanden, auswählte. Ich will als Beispiel das Erdbebengebiet des Rheingrabens nehmen, der durch Verwerfungen in ungefähr nordsüdlicher Richtung entstanden ist und dessen heutige Erdbeben auf heute noch stattfindendes Absinken längs dieser Treppenbrüche zurückgeführt werden. Würde man hier auf einer querüberverlaufenden Geraden liegende Fixpunkte auswählen, die also von O nach W, vom Schwarzwald hinab, dann über die Rheinebene und hinauf auf die Vogesen verlaufen, so würde man ebensowohl seitliche, in N-S-Richtung an den einanderzugekehrten Gehängen beider Gebirge verlaufende Verschiebungen feststellen können, wie auch Verschiebungen in der Höhenlage, in den Treppen.

Namentlich also da, wo »habituelle Stoßgebiete« auf Längs- oder auf Querbrüchen im Gebirge auftreten, würde man mit diesem Mittel gute Ergebnisse erzielen können; so z. B. in den Alpen auf den bekannten Querbrüchen.

Soweit sich keine für diesen Zweck verwendbaren Bauwerke, namentlich Kirchtürme, finden, müßte man Fixpunkte schaffen durch Aufbau von Pfeilern oder durch mit Farbe gemachte Marken an Felsen. Die Kontrolle fände statt durch Beobachtungen in einem mit Fadenkreuz versehenen Fernrohr. Natürlich müßte auch hier ein Kontrollbuch angelegt werden, in dem jede dieser Fixpunktlinien numeriert, genau namhaft gemacht, beschrieben und in die Karte eingezeichnet wird; und davon müßte eine Reihe von Abzügen gemacht und an Personen verteilt werden, die in dem betreffenden Bezirke

wohnen oder beschäftigt sind und ihr Interesse an der Kontrolle, namentlich nach stattgefundenen Erdbeben, betätigen wollen.

Je wilder und höher das betreffende Gebirge und je länger die Linie der notwendigen Fixpunkte, desto erschwerter würde natürlich die Anlage der Linien und die Ausführung der Beobachtungen nach Erdbeben werden. Aber größere Kosten dürften im allgemeinen wohl nicht hierfür erforderlich sein.

Ein fünftes Mittel endlich, das aber weniger für den Nachweis von Verschiebungen in vertikaler und horizontaler Richtung als — worauf Hr. Kollege Rubens hinwies — von etwaigen Drehungen um eine horizontale oder vertikale Axe brauchbar und überaus fein empfindlich wäre, würde das folgende sein: Auch hier handelt es sich um Anlage von Fixpunkten. Aber im Gegensatz zu dem vorher besprochenen Mittel, bei dem die Fixpunkte in einer Geraden liegen müssen, kann hier ihre Verteilung eine ganz unregelmäßige sein und diese Punkte müßten Spiegel tragen, deren Zerstörbarkeit durch Menschen und Natur freilich ein Mangel ist. Vor 46 Jahren hat der Mineraloge Uzielli in Rom einmal diesen Gedanken mündlich, flüchtig zu mir geäußert; ob er je etwas darüber veröffentlicht hat, ist mir nicht bekannt.

Als Punkte, an denen man diese Spiegel anbringen würde, deren Reflexlicht die Veränderung der Lage angeben soll, würde man bei uns, wie mir scheint, am besten eine Anzahl der Höhen benutzen können, auf denen sich für die Landestriangulation die oft durch eine Pyramide von Stangen markierten Steine befinden. Nur würde man an Stelle einer solchen Stangenpyramide einen Pfeiler oder ein kleines Türmchen errichten müssen, die mit festem Fundamente unverrückbar mit der Erde der Höhe verbunden wären. An der Außenseite eines jeden Pfeilers wäre ebenso fest, ungefähr nach S, oder SW oder SO, gerichtet, ein Spiegel befestigt, dessen Reflexlicht zu bestimmter Stunde genau auf einen bestimmten Punkt fallen muß, der nun seinerseits ebenfalls an einem kleinen, festfundamentierten Turme bezeichnet ist. Sobald sich die Lage des Spiegelpfeilers oder die des Punktpfeilers verändert, muß notwendig um die betreffende Stunde und Jahreszeit der Strahl des Spiegels entweder höher oder tiefer als der Punkt oder seitlich von ihm fallen.

Man erfährt in allen diesen Fällen allerdings nicht, welche von zwei Schollen ihre Lage verändert hat. Das läßt sich indessen feststellen dadurch, daß man das Verhalten benachbarter Punkte beobachtet.

Ausgegeben am 14. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



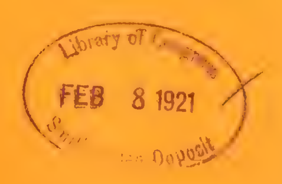
1917 **XXIX. XXX. XXXI**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Juni. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Holl sprach »Über den Ursprung des Epiphanienfestes.«

Durch das übereinstimmende Zeugnis der beiden Kirchenhälften steht fest, daß neben der Erinnerung an die Geburt und die Taufe Christi auch die Feier der Hochzeit zu Kana zum ursprünglichen Bestand des Epiphanienfestes gehört hat. Daraus erwächst der Forschung die Aufgabe, eine Erklärung des Epiphanienfestes zu suchen, die auch diesen Teil mit verständlich macht. Die Lösung bietet eine Nachricht des Epiphanius, nach der in Ägypten der Brauch bestand, am 6. Januar Nilwasser zu schöpfen, das dem Volksglauben gemäß sich in Wein verwandeln sollte.

Der Ursprung des Epiphanienfestes.

Von Karl Holl.

Um das Weihnachtsfest und seine Geschichte hat sich die Wissenschaft seit den Magdeburger Zenturien ernstlich bemüht, und sie ist in ihrem letzten durch Useners bekanntes Buch eingeleiteten Abschnitt über gewisse Hauptpunkte zu sicheren Ergebnissen gelangt, wenngleich noch manche Frage der Entscheidung harrt.

Neben diesem jüngeren und uns so vertrauten Fest ist das ältere, das des 6. Januar, bisher nicht ganz zu seinem Recht gekommen. Die Forschung hat es immer nur soweit in Betracht gezogen, als es die Vorstufe für das Weihnachtsfest gebildet hat. Aber das Epiphanienfest war nicht nur ein Durchgangspunkt der Entwicklung. Es hat sich, was nicht von vornherein selbstverständlich war, gegenüber dem Weihnachtsfest als eigenes Fest zu behaupten vermocht. Diese Tatsache beweist an und für sich schon, daß sich mit ihm Gedanken und Stimmungen verbanden, die das Weihnachtsfest nicht voll in sich aufzunehmen imstande war. Usener hat die Lücke, die an dieser Stelle noch auszufüllen ist, wohl empfunden. Er gedachte, in einem Anhang seines Buchs der Epiphanienfeier noch eine besondere Darstellung zu widmen. Der Tod hat ihn jedoch verhindert, diese Absicht auszuführen. Neuerdings ist das Fest des 6. Januar von verschiedenen Seiten her behandelt worden, von A. Meyer[1], Bousset[2] und Gressmann[3]. Zumeist in der Absicht, das hellenistische Vorbild aufzufinden. Dabei sind — wie es scheint, ohne daß die genannten Forscher darum wußten — in weitem Umfang Jablonskis[4] Gedanken wieder aufgenommen worden. Indes ist keine dieser Untersuchungen darauf ausgegangen, den kirchen-

[1] Das Weihnachtsfest. 1913.

[2] Kyrios Christos S. 332ff.

[3] Das Weihnachtsevangelium S. 35f.

[4] Opuscula ed. J. G. te Water II 243ff.; III 317ff. — Lagarde hat mit dem Wiederabdruck der deutschen Aufsätze Jablonskis (Altes und Neues über das Weihnachtsfest S. 211ff.) der Wissenschaft einen höchst zweifelhaften Dienst geleistet. Denn dadurch hat er es verschuldet, daß die viel wertvolleren lateinischen Abhandlungen Jablonskis erst recht der Vergessenheit anheimfielen.

geschichtlichen Stoff zu erschöpfen. Und doch ist die Erledigung dieser Aufgabe vor allem nötig, wenn man zu sicheren Schlüssen über die Ursprünge des Festes gelangen will.

Eingehendere Nachrichten über die Feier des 6. Januar besitzen wir aus beiden Kirchenhälften erst von der Zeit an, wo das Weihnachtsfest sich neben ihm durchgesetzt hatte oder doch sich durchzusetzen im Begriff war. Die ursprüngliche Bedeutung des Festes ist darum für uns nur mittelbar, durch Folgerungen von dem späteren Tatbestand aus zu erreichen.

Im Osten gilt der 6. Januar seit der Aufnahme des Weihnachtsfestes, d. h. etwa seit dem Jahr 378[1], als Gedächtnistag der Taufe Christi und der Einsetzung des Taufsakraments. Alle geistlichen Redner von Gregor von Nazianz und Gregor von Nyssa an behandeln in ihren Festpredigten ausschließlich diesen Gegenstand.

Begangen wird die Feier in der Nacht[2] vom 5. zum 6. Januar[3]. Sie erreicht ihren Höhepunkt um Mitternacht[4]. In dieser Stunde fand zunächst die Weihe des Taufwassers statt. Denn als Tag der Taufe Christi war das Epiphanienfest neben der Osterzeit ein üblicher Tauf-

[1] Daß Useners Aufstellungen über die Zeit und Art der Verbreitung des Weihnachtsfestes im Osten nicht zutreffen, habe ich in meinem Amphilochius von Ikonium S. 107 ff. gezeigt.

[2] Vgl. *Ephrem Syrus* Hymn. 1 de nat. Chr. Strophe 2; II 430 Lamy Strophe 4; S. 432 Strophe 10; S. 434 *Severianus Gabal.* in dei apparit. Migne 65, 25 A ἀπὸ ἑσπέρας μέχρι τῆς δεῦρο ἑστήκασιν ἄνθρωποι καὶ ὕμνοις τὸν ὕπνον ἐνίκησαν, B ἕστηκεν ἡ ἐκκλησία διόλου λάμπουσα καὶ πληροῦται ἐν αὐτῇ τό »ἐγένετο ἑσπέρα καὶ ἐγένετο πρωΐ, ἡμέρα μία«. οὐκ εἶχεν ἡ νὺξ σκότος τῇ θεολογίᾳ φωτιζομένη. — Auf die hell erleuchtete Kirche und die Lampe, die jeder Teilnehmer trug (Ephrem Syrus Hymn. 7 in Epiph. Strophe 9; I 66 Lamy und syrische Liturgie S. 65 Bute, The blessing of the waters on the eve of Epiphany), bezog sich der Name des Festes τὰ φῶτα.

[3] Deshalb kann Hieronymus, die römische Tageseinteilung zugrunde legend, sagen, Epiphanien falle auf den 5. Januar in Ezech. 1, 3; Migne 25, 18 C quintam autem diem mensis adiungit, ut significet baptisma, in quo aperti sunt Christo caeli, et Epiphaniorum dies hucusque venerabilis est. — Damit ist jedoch nicht zusammenzustellen die Angabe bei Chrysostomus sermo 7 in pascha; Migne 59, 746, daß Epiphanien τρισκαιδεκάτῃ τετάρτου μηνὸς κατὰ Ἀσιανούς gefeiert werde. Denn der vierte Monat der Kleinasiaten, der Peritios, beginnt zwar mit dem 24. Dezember; aber da er 31 Tage zählt, wird der Anfangstag, die Σεβαστή, nicht gerechnet. Der 13. des vierten Monats ist der 6. Januar (vgl. H. Dessau, Hermes 1900. S. 336 Anm. 1).

[4] Vgl. die S. 404 Anm. 2 angeführte Stelle aus Chrysostomus: ἐν μεσονυκτίῳ; dazu die Angabe in der alten syrischen Liturgie, daß die Wasserweihe gehalten werden soll um Mitternacht, nachdem der erste Nachtgottesdienst beendigt ist (J. Bute, The blessing of the waters on the eve of Epiphany S. 65). Übereinstimmend damit setzt die äthiopische Liturgie den Beginn des Gottesdienstes auf die zehnte Nachtstunde, die Wasserweihe auf Mitternacht fest (vgl. von Arnhard, Liturgie zum Tauffest der äthiopischen Kirche. München 1885, S. 15 und 20).

tag geworden[1]. Aber bevor die Täuflinge in das Wasser hinabstiegen, spielt sich noch ein eigentümlicher Brauch ab. Die Gemeindeglieder drängten sich herzu, um Wasser aus dem geweihten Brunnen zu schöpfen und es mit sich nach Hause zu nehmen[2]. Man schrieb diesem Wasser wundersame Kräfte zu. Man trank es das Jahr hindurch und besprengte damit die Häuser; denn es sollte Schutz gegen die Dämonen, Heilung von Krankheiten, Reinigung der Seele von bösen Leidenschaften und selbst Sündenvergebung bewirken[3]. Chrysostomus behauptet, daß es sich bis zu zwei, ja drei Jahren hielte, ohne zu verderben[4]. Und Antoninus von Piacenza berichtet, daß die alexandrinischen Schiffsherrn eigens Leute zur Wasserweihe an den Jordan entsendeten, um das dort geholte Wasser als Schutzmittel für

---

[1] Useners Ausführungen über diesen Punkt (Weihnachtsfest[2] S. 180f. und 211), denen sich auch Baumstark (Oriens christ. 1911, S. 60) angeschlossen hat, sind nur halb richtig oder unrichtig. Im Osten ist wirklich allgemein am Epiphanienfest getauft worden. Das bezeugen für Syrien die Epiphanienlieder des Ephrem Syrus, die ja zum Teil während der Taufhandlung gesungen werden sollten, vgl. Hymn. in Epiph. 4ff.; I 45ff. Lamy. — Daß auch in Palästina derselbe Brauch bestand, sieht man aus Ps. Chrysostomus, Migne 64, 45 (vgl. zu dieser Predigt S. 405 Anm. 5) μακάριοί ἐσμεν λοιπὸν καὶ ἡμεῖς, ὅτι τοὺς καρποὺς τῆς ἡμετέρας ὀσφύος θεωροῦμεν ἐκλάμποντας ἐκ τῆς ἁγίας κολυμβήθρας und Antoninus Placent. c. 11; S. 167, 6ff. Geyer mox Jordanis cum rugitu cedit post se et stat aqua, usque dum baptismus perficitur; vgl. auch Joh. Moschus prat. spirit. c. 214; Migne 87, 3, 3105 C Σωροῦδα κώμη τίς ἐστιν ὑπὸ τὴν ἐνορίαν τῆς πόλεως Κοιανέων, ἐν ᾗ ἐστιν φώτισμα ἐν τοῖς ἁγίοις Θεοφανίοις ἱδροῦν καὶ ἐκ τῶν ἱδρώτων γεμιζόμενον διὰ τριῶν ὡρῶν καὶ μετὰ τὸ βάπτισμα πάλιν οὐκ ἀθρόως ἀλλὰ κατὰ μέρος διὰ τῶν αὐτῶν τριῶν ὡρῶν μειούμενον. — Für Konstantinopel gibt es noch eine Nachricht aus recht später Zeit bei Theophanes chron. ad a. 520; Migne 108, 404 B τῷ δ' αὐτῷ ἔτει προσερρύη τοῖς Ῥωμαίοις ὁ βασιλεὺς τῶν Ἐλούρων Τραῖτις ὀνόματι ... καὶ ᾔτησε τὸν βασιλέα γενέσθαι Χριστιανός. ὁ δὲ βασιλεὺς βαπτίσας αὐτὸν ἐν τοῖς Θεοφανίοις ἐδέξατο αὐτὸν ἐκ τοῦ βαπτίσματος. — Für Ägypten darf man an den unten zu erwähnenden Brauch bei den Abessyniern (von Arnhard, Liturgie zum Tauffest der äthiopischen Kirche S. 2ff. und S. 29f.) erinnern, der doch sicher eine entsprechende Sitte der alten Kopten voraussetzt.

[2] Chrysostomus, de bapt. 2; Migne 49, 365ff. αὕτη γάρ ἐστιν ἡ ἡμέρα καθ' ἣν ἐβαπτίσατο καὶ τὴν τῶν ὑδάτων ἡγίασε φύσιν. διά τοι τοῦτο καὶ ἐν μεσονυκτίῳ κατὰ τὴν ἑορτὴν ταύτην ἅπαντες ὑδρευσάμενοι οἴκαδε τὰ νάματα ἀποτίθενται καὶ εἰς ἐνιαυτὸν ὁλόκληρον φυλάττουσιν, ἅτε δὴ σήμερον ἁγιασθέντων τῶν ὑδάτων. καὶ τὸ σημεῖον γίνεται ἐναργὲς οὐ διαφθειρομένης τῆς τῶν ὑδάτων ἐκείνων φύσεως τῷ μήκει τοῦ χρόνου, ἀλλ' εἰς ἐνιαυτὸν ὁλόκληρον καὶ δύο καὶ τρία πολλάκις ἔτη τοῦ σήμερον ἀντληθέντος ὕδατος ἀκεραίου καὶ νεαροῦ μένοντος καὶ μετὰ τοσοῦτον χρόνον τοῖς ἄρτι τῶν πηγῶν ἐξαρπασθεῖσιν ὕδασιν ἁμιλλωμένου.

[3] Vgl. die Stellen in dem Gebet Μέγας εἶ κύριε der Epiphanienliturgie (S. 67 der altsyrischen, S. 131 u. 133 der koptischen, S. 146 der späteren griechischen Liturgie bei Bute, The blessing of the waters on the eve of Epiphany): ποίησον αὐτὸ ἀφθαρσίας πηγήν, ἁγιασμοῦ δῶρον, ἁμαρτημάτων λυτήριον, νοσημάτων ἀλεξιτήριον, δαίμοσιν, ταῖς ἐναντίαις δυνάμεσιν ἀπρόσιτον ..., ἵνα πάντες οἱ ἀρυόμενοι καὶ μεταλαμβάνοντες ἔχοιεν αὐτὸ πρὸς καθαρισμὸν ψυχῶν καὶ σωμάτων, πρὸς ἰατρείαν παθῶν, πρὸς ἁγιασμὸν οἴκων, πρὸς πᾶσαν ὠφέλειαν ἐπιτήδειον.

[1] Vgl. A. 2.

ihre in See gehenden Schiffe zu verwenden[1]. An diese Handlung, die selber schon wie eine Art Sakrament wirkte, schloß sich erst die Taufe der Katechumenen an.

Gegenüber dieser eindrucksvollen Nachtfeier trat der Gottesdienst, der am Vormittag des 6. Januar gehalten wurde, an Bedeutung zurück. Außer etwa da, wo wie in Jerusalem das Epiphanienfest auf 8 Tage ausgedehnt wurde[2]. Anderwärts konnte der Prediger am Morgen des 6. Januar nur noch über Sinn und Wert der Taufe im allgemeinen reden[3].

Die Verlegung der Hauptfeier auf die Nacht läßt die Tatsache noch deutlich erkennen, daß das Fest ursprünglich einen weiteren Sinn gehabt hatte. Ein nächtlicher Gottesdienst zur Erinnerung an die Taufe Christi ist an sich etwas Ungereimtes; denn Christus ist doch am hellen Tag getauft worden. Aber die kirchliche Sitte hatte ihre Berechtigung in der Zeit, in der das Epiphanienfest neben, ja vor der Taufe der Erinnerung an die Geburt Christi galt[4].

Wie damals, als beide Festgedanken noch zusammen festgehalten wurden, die Feier verlief, darüber gibt eine in ihrer Weise einzigartige Nachricht Kunde. Sie stammt aus Jerusalem, d. h. aus der Kirche, die die Epiphanienfeier vor andern ergreifend zu gestalten in der Lage war. Unter dem Namen des Chrysostomus läuft nämlich eine bisher unbeachtete Predigt, die von einem jerusalemischen Kleriker, wohl dem Bischof, eben bei Gelegenheit unseres Festes um Mitternacht in Bethlehem gehalten wurde[5]. Sie versetzt uns unmittelbar in die Mitte der Dinge und ergänzt so in glücklichster Weise die Lücke, die der Zufall eines Blattverlustes in den Bericht der Ätheria über die Feier in Jerusalem ge-

[1] Antoninus Placent. c. 11; S. 167, 7 ff. Geyer et omnes Alexandrini habentes naves homines suos die illo ibi habent habentes colathos plenos cum aromatibus et opobalsamo. et hora qua benedixerint fontem, antequam incipiant baptizari, omnes fundent illos colathos in fluvium et tollent inde aquam benedictam et exinde faciunt aquam sparsionis in navibus antequam exeant ad navigandum.

[2] Vgl. Aetheriae peregr. c. 25; S. 76, 22 ff. Geyer.

[3] Vgl. Gregorius Naz. or. 40; Migne 36, 360 B χθὲς τῇ λαμπρᾷ (!) τῶν φώτων ἡμέρᾳ πανηγυρίσαντες . . . σήμερον περὶ τοῦ βαπτίσματος διαλεξόμεθα.

[4] Ich erinnere nur kurz daran, daß die Feier von Epiphanien als Geburtsfest Christi durch Ephrem Syrus, Epiphanius und den heute noch in der armenischen Kirche bestehenden Brauch ausdrücklich bezeugt ist. Aber auch die bis zur Stunde in der griechischen Kirche gebrauchte Liturgie enthält noch eine Erinnerung daran. Denn in dem Gebet Μέγας εἶ κύριε heißt es (Bute, The blessing of the waters on the eve of Epiphany S. 146): Σὺ γάρ, θεὸς ὢν ἀπερίγραπτος, ἄναρχός τε καὶ ἀνέκφραστος, ἦλθες ἐπὶ τῆς γῆς, μορφὴν δούλου λαβών . ., παρθενικὴν ἡγίασας μήτραν τῷ τόκῳ σου. πᾶσα ἡ κτίσις ὕμνησέ σε ἐπιφανέντα. Dann wird fortgefahren: Σὺ καὶ τὰ Ἰορδάνεια ῥεῖθρα ἡγίασας κτἑ. Das καί, das auch die andern Zeugen der östlichen Liturgie ohne Ausnahme enthalten, scheidet klar die beiden Bedeutungen des Festes voneinander.

[5] Migne 64, 43 ff. Das im Text Aufgestellte wird, denke ich, keines näheren Beweises bedürfen. Jedem, der die Predigt liest, werden die Gründe für das Gesagte von selbst entgegentreten.

rissen hat. Am Abend des 5. Januar zieht die jerusalemische Gemeinde, ihren Bischof an der Spitze, hinaus nach Bethlehem, um dort in der Geburtshöhle die Nacht zu verbringen[1]. Hier kam die Mitternachtsfeier zu ihrer vollen Wirkung. Man stand unter dem Gefühl, daß an dieser Stätte, zu dieser Stunde der Heiland geboren sei. Aber von Bethlehem aus blickte man zugleich hinüber an den Jordan[2] und bekräftigte diesen zweiten Sinn des Festes, indem man unmittelbar nach der Geburtsfeier die Wasserweihe und die Taufe der Katechumenen vollzog[3].

Seitdem das Epiphanienfest zum bloßen Tauffest geworden war, vermochte sich indes die Begehung um Mitternacht auf die Dauer nicht zu halten. Etwa ein Jahrhundert nach der Einführung des Weihnachtsfestes hat der monophysitische Patriarch von Antiochien, Petrus Fullo, die Wasserweihe auf den Abend zurückverlegt[4], und die orthodoxe Kirche ist ihm wie in so vielen anderen Stücken auch darin nachgefolgt.

Damit sank der Teil des Gottesdienstes, der früher das Hauptstück gebildet hatte, zu einer bloßen Vorfeier des 6. Januar, zu einer Vigilie herab[5]. Auch so noch ist die Wasserweihe bis heute in der griechischen Kirche ein volkstümliches Fest geblieben und in den Formen,

---

[1] Migne 64, 43 βασιλέως δὲ ἐπουρανίου ἐξ οὐρανῶν ἐπὶ τὴν γῆν παραγινομένου ἐνταῦθα οὐ μόνον ἡμεῖς οἱ παρόντες ἀγαλλιώμεθα, ἀλλὰ καὶ πᾶσα ἡ γῆ εὐφραίνεται 44 ἐν τῷ ἁγίῳ τόπῳ τῆς Βηθλεὲμ τὴν ὀφειλομένην προσκύνησιν ἀποδοῦναι ἐσπεύσαμεν τῷ πάντων ἡμῶν δεσπότῃ θεῷ δι' ἡμᾶς ἐνανθρωπῆσαι καταξιώσαντι ... οὐ μέγα οὖν, εἰ καὶ ἡμεῖς ἀπὸ τῆς πόλεως τὸ μικρὸν τοῦτο διάστημα διανύσαντες ἤλθομεν ἐπὶ τὸν τόπον τοῦτον προσκυνῆσαι.

[2] Migne 64, 45 ἴωμεν πάλιν καὶ πρὸς τὸν Ἰορδάνην, ὀψόμενοι τὰ ἐν αὐτῷ τελούμενα μυστήρια. Das ἴωμεν ist nicht wörtlich zu verstehen, als ob man in der Nacht auch noch an den Jordan gewallfahrtet wäre. Vielmehr kehrte die Gemeinde in der Morgenfrühe von Bethlehem wieder nach Jerusalem zurück (vgl. Aetheriae peregrinatio c. 25; S. 75, 27ff. Geyer). — Am Jordan fand jedoch zur gleichen Zeit eine selbständige, ebenfalls stark besuchte Nachtfeier statt; vgl. Antoninus Placent. c. 11; S. 166, 17ff. Geyer tenui autem Theophaniam in Jordane, ubi talia fiunt miracula in illa nocte in loco ubi baptizatus est dominus usw.

[3] Migne 64, 45 μακάριοί ἐσμεν λοιπὸν καὶ ἡμεῖς ὅτι τοὺς καρποὺς τῆς ἡμετέρας ὀσφύος θεωροῦμεν ἐκλάμποντας ἐκ τῆς ἁγίας κολυμβήθρας. — Bei der Feier am Jordan pflegten sogar alle Anwesenden ein Tauchbad zu nehmen, dem man die Wirkung der Sündenvergebung zuschrieb; vgl. Gregorius Tur. de gloria martyrum I 88: Migne 71, 783A scilicet cum dies sanctus Epiphaniorum advenerit et omnes in Iordanem descenderent abluere tam vulnera corporis quam animae cicatrices usw. Dieser Brauch ist von Palästina aus nach Ägypten und Abessynien gedrungen. Dort ist das Bad am Epiphanienfest fast eine Art Bußsakrament geworden; vgl. das Gebet in der abessynischen Liturgie bei von Arnhard, Liturgie zum Tauffest der äthiopischen Kirche. München 1885, S. 297 und die einleitenden Bemerkungen S. 2ff.

[4] Vgl. Theodorus Lector h. e. II 53; Migne 86, 1, 208f. Πέτρον φησὶ τὸν Κναφέα ἐπινοῆσαι ... τὴν ἐπὶ τῶν ὑδάτων ἐν τοῖς θεοφανίοις ἐπίκλησιν ἐν τῇ ἑσπέρᾳ γίνεσθαι.

[5] Vgl. die bezeichnenden Ausdrücke bei Theodorus Studita Migne 99, 700C τῶν φώτων τὰ προαύλια φωτοφανέσι θεωρίαις ἐποπτεύσωμεν 701C χωρήσωμεν ἐπὶ τὰ προφώτια.

in denen sie vollzogen wird, klingt die alte Anschauung immer noch nach. Nach der Abendliturgie des 6. Januar begibt sich die Gemeinde in Prozession mit Kerzen und Räucherwerk aus der Kirche hinaus zum Taufbrunnen (oder zum nahegelegenen Fluß oder See)[1]. Dort erbittet der Priester über das Wasser »den Segen des Jordans«[2]. Dann vollzieht er die Weihe, indem er das Kreuz dreimal untertaucht[3]. Auf sie folgt, wenigstens nach dem Wortlaut der Liturgie, immer noch das Wasserschöpfen durch die Gemeindeglieder[4].

Angesichts der Bedeutung, die das Gedächtnis der Taufe Christi neben dem der Geburt von Anfang an bei der Feier des 6. Januar gehabt und durch die Jahrhunderte hindurch behauptet hat, ist es nun höchst überraschend, daß ein so beachtenswerter Zeuge des älteren Brauchs wie Epiphanius gerade sie nicht nennt, dafür aber anderes hervorhebt, was uns bisher nicht entgegengetreten ist. In seinem Panarion, dessen Abfassung noch in die Zeit vor dem Bekanntwerden des Weihnachtsfestes fällt, zählt Epiphanius als Gegenstand des Festes vom 6. Januar auf: die Geburt Christi[5], die Ankunft der Magier[6] und die Hochzeit zu Kana[7]. Die Taufe Christi dagegen verlegt er zurück auf den 8. November[8].

Das Gewicht dieses Zeugnisses erhöht sich noch durch die Feststellung, daß dieser eigentümliche Aufbau des Festes jedenfalls nicht erst ein Fündlein des Epiphanius selber ist. Epiphanius bemüht sich

[1] Goar, Euchologion S. 453 μετὰ τὸ εἰπεῖν τὸν ἱερέα τὴν ὀπισθάμβωνον εὐχὴν ἐξερχόμεθα πάντες ἐν τῷ λουτῆρι, προπορευομένου τοῦ ἱερέως μετὰ λαμπάδων καὶ θυμιατοῦ.

[2] Goar S. 455 ὑπὲρ τοῦ δωρηθῆναι αὐτοῖς (sc. τοῖς ὕδασιν) . . . τὴν εὐλογίαν τοῦ Ἰορδάνου.

[3] Das Untertauchen des Kreuzes ist eine später erst hinzugekommene Eigentümlichkeit der byzantinischen (und slawischen) Kirche. Das Euchologion der Barberinihandschrift kennt sie noch nicht.

[4] Goar S. 455 ὑπὲρ τῶν ἀντλούντων καὶ ἀρυομένων εἰς ἁγιασμὸν οἴκων; dazu das Idiomelon am Schluß der ganzen Feier: ἀντλήσωμεν οὖν ὕδωρ μετ' εὐφροσύνης, ἀδελφοί. — In der jakobitischen Kirche hat Jakob von Edessa dieses Wasserschöpfen an Epiphanien noch ausdrücklich gestattet und nur die Verwendung des gewöhnlichen Taufwassers zum gleichen Zweck verboten, vgl. den Nomokanon des Barhebräus cap. I sect. 3; Mai, Script. vet. nova collectio X b p. 14: aqua baptismatis nemini concedatur, ut ad aedes proprias ad curationem aut aspersionem asportet; sed aqua illa dumtaxat, quae in nocte Epiphaniorum benedicitur.

[5] Panarion haer. 51, 16, 1; II 270, 16f. Holl u. c. 22, 3; II 284, 4ff.

[6] Die Magier kamen nach Epiphanius genau 2 Jahre nach der Geburt Christi Panarion haer. 51, 9, 13; II 261, 2ff. Holl vgl. c. 9, 11; II 260, 16. In der griechischen Kirche wird dieser im Abendland so wichtige Punkt sonst nach 378 kaum mehr erwähnt.

[7] Panarion haer. 51, 16, 8; II 272, 4ff. Holl. Das Wunder in Kana fand danach am 30. Geburtstag Jesu statt.

[8] Panarion haer. 51, 16, 1; II 270, 14f. Holl.

in wiederholten Anläufen, das Recht für die Verlegung der betreffenden Ereignisse auf die bestimmten Tage aus den Evangelien zu erweisen. Er schiebt die Zeitangaben der Synoptiker und des Johannes mit kühner Kunst durcheinander, um herauszubringen, daß zwischen der Taufe und der Hochzeit zu Kana gerade 60 Tage liegen müssen. Aber seine Rechnung stimmt nirgends. Es bleiben ihm jedesmal 2 Wochen und 2 Tage im Rest, die er unter der Hand einschmuggelt[1], ohne einen Beleg dafür geben zu können. Daraus geht hervor, daß ihm der 8. November als Tauftag Christi durch die Überlieferung seiner einheimischen Kirche vorgeschrieben war, mit der er sich schlecht und recht abzufinden hatte.

Man ist nun versucht, die beiden Punkte, in denen der cyprische Brauch von dem bisher nachgewiesenen abweicht, miteinander in Zusammenhang zu bringen. In der Weise, daß die cyprische Kirche den mit der Wegnahme der Taufe entstandenen Ausfall im Festgedanken durch die Verlegung der Hochzeit zu Kana auf den 6. Januar zu decken suchte. Dafür scheint zu sprechen, daß anderwärts — allerdings erst nach Zeugnissen aus späterer Zeit — die Hochzeit zu Kana an einem nicht allzuweit vom 6. Januar abliegenden Tage gefeiert wurde. Die alexandrinisch-koptische Kirche setzt sie auf den 19. Tybi, die übrige koptische und die syrische Kirche auf den ersten Sonntag in der Fastenzeit[2].

Allein diese Zurechtlegung wäre falsch. Denn wie der 8. November als Tauftag Christi außerhalb Cyperns nie und nirgends in der Kirche erhört ist[3], so läßt sich anderseits zeigen, daß die Hochzeit zu Kana von Haus aus im Osten zu der Feier des 6. Januar gehört hat.

Das wichtigste Zeugnis dafür liefert die Liturgie.

---

[1] Vgl. meine Bemerkung zu Panarion haer. 51, 16, 3; II 271, 6 Holl.

[2] Vgl. Nilles, Kalendarium manuale[2] II 643. 700. 713.

[3] Georg Bilfinger (Das germanische Julfest, Programm des Eberhard-Ludwig-Gymnasiums. Stuttgart 1901. S. 87) hat scharfsinnig darzutun versucht, daß der 8. November ein uralter Ansatz für die Taufe Christi war. Er geht aus von der Angabe des Clemens Al. strom I 145, 5; II 90, 16 Stählin, daß von Christi Geburt bis zum Tod des Commodus 194 Jahre 1 Monat 13 Tage verflossen seien. Das ergebe als Geburtstag Christi den 18. November. Dieser Tag stehe dem 8. November des Epiphanius so nahe, daß man nicht umhin könne, beides gleichzusetzen. Er schlägt deshalb vor, den Text bei Clemens zu ändern und bei der Zahl der Tage κγ statt ιγ zu lesen. Diese Textänderung könnte man in den Kauf nehmen, wenn die Sache nicht noch einen andern Haken hätte. Epiphanius gibt einen Tauftag, Clemens dagegen einen Geburtstag. Der Unterschied ist hier wesentlich. Denn Clemens unterscheidet in dem angeführten Kapitel ganz ausdrücklich zwischen Berechnungen, die sich auf den Geburtstag, und solchen, die sich auf den Tauf- oder Todestag beziehen. Dadurch ist ausgeschlossen, daß er Taufe und Geburt vereinerleit hätte, wie dies Bilfinger anzunehmen genötigt ist.

In der gottesdienstlichen Ordnung der Wasserweihe bildet (außer gewissen Schriftlesungen) das große Gebet Μέγας εἶ κύριε καὶ θαυμαστὰ τὰ ἔργα σου den festen Kern, um den herum sich alles andere erst gebildet hat. Es steht ebenso in der altsyrischen[1], wie in der armenischen[2], der koptischen[3], der abessynischen[4], der griechischen[5] und der slawischen[6] Liturgie. Und es reicht in seinen Grundzügen sicher bis in die Zeit vor der Einführung des Weihnachtsfestes hinauf. Denn es setzt, wie bereits erwähnt (S. 405, Anm. 4), unverkennbar noch die Auffassung des Festes als einer Geburtsfeier Christi voraus.

Auf Grund der vorhandenen Zeugen läßt sich auch die ursprüngliche Gestalt des Gebets ohne große Schwierigkeiten herstellen. In der byzantinischen Liturgie, deren älteste Form uns in der Barberinihandschrift (III 55, jetzt im Vatikan) überliefert ist[7], stellt das Gebet ein fortlaufendes Ganzes dar. Es beginnt mit einem Preis des Weltschöpfers[8] und schildert seine Erhabenheit, um dann in wirksamem Gegensatz dazu hervorzuheben, wie er, der Unumschreibbare und Unbegreifliche, auf die Erde herniederkam, um uns zu erlösen. Als seine zweite Gnadentat wird angereiht, daß er die Jordanflut durch die Herabsendung des heiligen Geistes geweiht hat. — Daran schließt sich die Bitte, auch jetzt wieder gegenwärtig zu sein und dem Wasser den Segen des Jordans zu verleihen. In dem üblichen Gebetsstil, dessen Verständnis uns Hr. Norden erschlossen hat, werden zur Bekräftigung dieses Verlangens die Vorgänge aus der Heilsgeschichte aufgeführt: Die Vernichtung der Sünde durchs Wasser in der Sündflut, die Befreiung des Volkes Israel aus der Knechtschaft durch den Untergang Pharaos im Wasser, die Tränkung des Volkes in der Wüste durch das Wasser aus dem Felsen, die Erlösung Israels vom Irrtum des Baalsdienstes mit Wasser und Feuer durch Elias, die Wandlung des Salzwassers in genießbares durch Elisa. — Hierauf folgt die Fürbitte für diejenigen, die dieses geweihte Wasser gebrauchen; sie läuft — unter Einschiebung eines Gebets für die Kaiser — aus in den Wunsch, daß Gottes Name dadurch gepriesen werden möge.

---

[1] Bute, The blessing of the waters on the eve of Epiphany S. 71ff.

[2] Conybeare, Rituale Armenorum. Oxford 1905. S. 175ff.

[3] Bute, a. a. O. S. 126ff.

[4] v. Arnhard, Liturgie zum Tauffest der äthiopischen Kirche. S. 24.

[5] Conybeare, Rituale Armenorum, S. 418ff. und Bute, S. 145ff.

[6] Maltzew, Bitt-, Dank- und Weihegottesdienste, Berlin 1897, S. 542ff.

[7] Der Text ist am besten abgedruckt bei Conybeare, Rituale Armenorum S. 418ff.

[8] Man sieht hier deutlich, daß unser Gebet unter Benutzung eines älteren (jüdischen?) entworfen ist. Der Absicht des Ganzen zufolge muß jetzt unter dem Weltschöpfer Christus verstanden werden; denn er ist es, der herniederkam. Aber die einzelnen Wendungen zeigen klar, daß ursprünglich Gott gemeint war.

Von dieser Form hebt sich am bestimmtesten die der syrischen Liturgie[1] ab. Dort zerfällt das Gebet in zwei Teile. Der erste geht ganz mit der byzantinischen Liturgie zusammen bis zu der Stelle, wo die Wunder aus dem A. T. aufgezählt werden. Hier nennt der Syrer nur: die Sündflut, den Untergang Pharaos und das Zeichen des Elias. Daran reiht sich sofort eine Fürbitte für die, die das geheiligte Wasser verwenden. Sie endigt ähnlich wie das Gebet in der byzantinischen Liturgie, und das darauffolgende Amen der Gemeinde schließt diesen Teil regelrecht ab. — Aber nun setzt das Gebet mit dem Friedensgruß von neuem ein. Nach einer kurzen Anrufung des Schöpfers, der alles zum Heil der Menschen zubereitet hat, kommt die Wandlung des bittern Wassers durch Mose. das entsprechende Wunder des Elisa, das Wunder auf der Hochzeit zu Kana und die Heiligung des Jordans durch die Taufe. Darauf gründet sich die Bitte an Gott, dasselbe auch jetzt wieder zu tun und dadurch den Teilnehmern die volle Erlösung zu gewähren.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Syrer das Ursprüngliche bewahrt hat. Bei ihm sind die aufgezählten Wunder sinnvoll gegliedert. Die im ersten Teil genannten sind lauter Erlösungswunder, bei denen das Wasser eine Rolle spielte. Sie passen zu einem Fest, das die Erlösung durch Geburt und Taufe des Gottmenschen feierte. Ebenso finden sich aber auch die Wunder des zweiten Teils unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammen. Es sind durchweg Wandlungswunder. Sie gipfeln in dem Herrnwunder auf der Hochzeit zu Kana[2]. Dieser planvolle Aufbau ist in der byzantinischen Liturgie zerstört. Die zwei Teile sind dort zusammengezogen und die Wunder durcheinandergerüttelt. Der Grund der Umgestaltung ist noch ersichtlich. Das Kanawunder ist weggefallen. War aber dies Stück ausgebrochen, so verloren die alttestamentlichen Wunder, die mit ihm zusammengestellt waren, ihren Beziehungspunkt. Es blieb, wenn man sie nicht ganz streichen wollte, nichts übrig, als sie in geschichtlicher Reihenfolge unter die an der früheren Stelle genannten einzureihen.

Die Nebenzeugen bestätigen dieses Ergebnis. Die koptische[3] und die mit ihr übereinstimmende äthiopische[4] Liturgie geben den ersten Teil

[1] Bute S. 71 ff. — Da diese Liturgie zu Beginn des Gottesdienstes eine Räucherung vorschreibt, drängt sich die Vermutung auf, daß die Einführung des Weihrauchs, gegen den die alte Kirche eine so entschiedene Abneigung hegte (Tertullian apol. 42 thura plane non emimus), mit dem Aufkommen des Epiphanienfestes in Verbindung stand. Unter den Geschenken der Magier befand sich auch Weihrauch!

[2] Die nochmalige Erwähnung der Taufe an dieser Stelle (neben der Hochzeit zu Kana) fällt einigermaßen auf. Der Verdacht legt sich nahe, daß dies ein Einschiebsel ist.

[3] Bute S. 126 ff.

[4] v. Arnhard S. 24 ff.

des Syrers wörtlich wieder. Vom zweiten Teil ist nichts geblieben. Hier hat man sich also nach der Beseitigung der Hochzeit zu Kana in noch gröberer Weise geholfen als in der byzantinischen Kirche. — Auch die armenische[1] Liturgie hat noch einen gewissen Rest des Ursprünglichen bewahrt. Sie bringt, obwohl sie in allem stark verkürzt, doch noch eine Art Zweiteilung zum Ausdruck. Innerhalb des Gebets wird mit der Formel: Σὺ γὰρ εἶ ὁ θεὸς ἡμῶν neu eingesetzt; ein Nachklang davon, daß das Gebet seinerzeit in zwei Stufen aufgebaut war.

Neben das Zeugnis der Liturgie[2] tritt ein zwar nur mittelbares, aber nicht minder beweiskräftiges schriftstellerisches. In den apostolischen Konstitutionen wird dreimal auf das Epiphanienfest Bezug genommen: V 13, 2; S. 269, 15 ff. Funk VII 36, 2; S. 434, 2 ff. VII 33, 7; S. 540, 4 ff. Überall ist dabei die Scheidung zwischen Geburts- und Tauffest schon vorausgesetzt. Die Geburt Christi fällt nach V 13, 1; S. 269, 13 f. auf den 25. Dezember. Als Gegenstand des Epiphanienfestes wird die Taufe Christi genannt. Aber die Form, in der auf sie Bezug genommen wird, ist höchst merkwürdig. An der ersten Stelle heißt es:

μεθ᾽ ἣν (sc. τὴν γενέθλιον ἡμέραν) ἡ ἐπιφάνιος ὑμῖν ἔστω τιμιωτάτη, καθ᾽ ἣν ὁ κύριος ἀνάδειξιν ἡμῖν[3] τῆς οἰκείας θεότητος ἐποιήσατο· γινέσθω δὲ καὶ αὕτη ἕκτῃ τοῦ δεκάτου μηνός,

an der zweiten: ἐπεφάνη τῷ βίῳ ἀναδεικνὺς ἑαυτὸν ἐν τῷ βαπτίσματι, ὡς θεὸς ἐστιν καὶ ἄνθρωπος ὁ φανείς,

endlich an der dritten: τὴν τῶν ἐπιφανίων ἑορτὴν ἀργείτωσαν (sc. οἱ δοῦλοι) διὰ τὸ ἐν αὐτῇ ἀνάδειξιν γεγενῆσθαι τῆς τοῦ Χριστοῦ θεότητος, μαρτυρήσαντος αὐτῷ τοῦ πατρὸς ἐν τῷ βαπτίσματι καὶ τοῦ παρακλήτου ἐν εἴδει περιστερᾶς ὑποδείξαντος τοῖς παρεστῶσι τὸν μαρτυρηθέντα.

Geradezu formelhaft kehrt hier der Ausdruck wieder, daß in der Taufe eine Offenbarung der Gottheit Christi stattgefunden habe; aber

[1] Conybeare S. 176.

[2] Ob das Gebet, das das Euchologion des Serapion für die (vor der Einzeltaufe zu vollziehende) Wasserweihe bringt, eine Vorstufe oder eine Nebenbildung zum Μέγας εἶ κύριε darstellt, läßt sich nicht ausmachen. Eine Beziehung zwischen beiden zeigt namentlich der Satz XIX 4; S. 182, 6 ff. Funk καὶ ὡς κατελθὼν ὁ μονογενής σου λόγος ἐπὶ τὰ ὕδατα τοῦ Ἰορδάνου ἅγια ἀπέδειξεν, οὕτω καὶ νῦν ἐν τούτοις κατερχέσθω καὶ ἅγια καὶ πνευματικὰ ποιησάτω. An sich reicht die Sitte, das Taufwasser vor der Taufe durch ein Gebet zu weihen, viel weiter zurück, weit über die Ursprünge des Epiphanienfestes hinauf (vgl. *Tertullian* de bapt. 4 igitur omnes aquae de pristina originis praerogativa sacramentum sanctificationis consequuntur invocato deo. supervenit enim statim spiritus de caelis et aquis superest, sanctificans eas de semetipso, et ita sanctificatae vim sanctificandi combibunt ... Igitur medicatis quodammodo aquis per angeli interventum et spiritus in aquis corporaliter diluitur et caro in eisdem spiritaliter mundatur).

[3] So ist zu lesen an Stelle des von Funk aufgenommenen ὑμῖν.

er ist in einer Weise verwendet, die mit dem Taufbericht schwer zu vereinigen ist. Denn wenn es sich zur Not noch, wie im dritten Fall, sagen läßt, daß in der Taufe die Gottheit Christi sichtbar geworden sei, sofern der Vater und der Geist sie bezeugten, so klingt es unerträglich hart, wenn nach den beiden ersten Stellen Christus selbst bei dieser Gelegenheit seine Gottheit geoffenbart haben soll. Jedoch was mit Bezug auf die Taufe befremdlich erscheint, ist die natürliche Bezeichnung für die Bedeutung des Kanawunders. Die Formel ἀνάδειξιν τῆς οἰκείας θεότητος ἐποιήσατο ist sachlich nichts anderes als eine Umschreibung der Worte, mit denen Johannes seine Erzählung schließt: ταύτην ἐποίησεν ἀρχὴν τῶν σημείων ὁ Ἰησοῦς ἐν Κανᾶ τῆς Γαλιλαίας καὶ ἐφανέρωσεν τὴν δόξαν αὐτοῦ (Joh. 2, 11). In diesem Sinn ist der in den apostolischen Konstitutionen vorliegende Ausdruck auch tatsächlich immer in der Kirche gebraucht worden: und zwar eben mit Beziehung auf das Epiphanienfest als das Fest des Kanawunders. Ich verweise nur auf *Maximus Taur.* sermo 9; Migne 57, 550 A requiramus igitur quod signum operatus sit ut divinitatem suam populis declararet ...; magnum plane signum et ad dei credendam sufficiens maiestatem und auf das *Missale Gothicum*, praef. der Vigilie (Muratori, lit. Rom. vetus S. 536) homo est utique invitatus ad nuptias et quod in nuptiis protulit, deum probavit, Kollekte der Messe (ebda. S. 542) ineffabilis potentiae dono hodie aquas in vina mutando discipulis tuis tuam manifestati divinitatem. Wenn der Verfasser der apostolischen Konstitutionen diese Formel gewaltsam auf die Taufe umbiegt, so bezeugt er damit unfreiwillig, daß die Überlieferung, auf der er stand, in früherer Zeit die Hochzeit zu Kana mit in das Epiphanienfest einbezogen hatte.

Auch Ephrem Syrus setzt das deutlich voraus. In seinen Epiphanienliedern wird zweimal auf das Wunder zu Kana angespielt (hymn. 3 Strophe 23; I 39 Lamy hymn. 8 Strophe 18; I 85). Für sich allein genommen würden diese Stellen nichts besagen. Aber wenn man sieht, wie Ephrem Syrus anderwärts den Durchgang der Israeliten durch das Rote Meer (hymn. 1 Strophe 6; I 7 Lamy hymn. 5 Strophe 7; I 51 hymn. 7 Strophe 6; I 65 hymn. 8 Strophe 20; I 87), Elias und Mose als Befreier Israels (hymn. 8 Strophe 3; I 75), die Heilung des Wassers durch Mose (hymn. 1 Strophe 4; I 7 hymn. 2 Strophe 25; I 23, hymn. 5 Strophe 12; I 24) und das gleichartige Wunder des Elisa (hymn. 11 Strophe 7; I 105) mit dem Epiphanienfest in Beziehung bringt, so entdeckt man auf Grund des vorhin Festgestellten, daß er die Anregung dazu aus der Liturgie des Festes schöpfte. Dadurch erlangen auch jene Hindeutungen auf das Kanawunder Beweiskraft: ebenso wie das Lied, das er eigens der Erscheinung der Magier widmete (hymn. 15; I 129ff.; vgl. auch hymn. 1 Strophe 14ff.; I 9 u. Strophe 19; I 11).

Die endgültige Bestätigung bringt wiederum der kirchliche Brauch. Das volkstümlichste Stück der Sitte im Osten, das Schöpfen des wunderkräftigen Wassers, läßt sich von der Taufe Christi aus nicht verstehen. Wo war hier ein Anhalt, dem Wasser eine Segenskraft auch für solche, die nicht getauft wurden, zuzuschreiben? Aber der Bericht über die Hochzeit zu Kana enthält einen Zug, der das Aufkommen der Gewohnheit erklärt: der Befehl Christi an die Diener ἀντλήσατε ὕδωρ (Joh. 2, 8 vgl. v. 9 οἱ .. διάκονοι ... οἱ ἠντληκότες τὸ ὕδωρ). Die Kirche hat diese Stelle beachtet. Das alttestamentliche Wort, das sie für ihre Liturgie wählte (Jes. 12, 3 ἀντλήσατε ὕδωρ μετ᾽ εὐφροσύνης ἐκ τῶν πηγῶν τοῦ σωτηρίου), trifft nicht zufällig in dem Stichwort mit dem Johannesevangelium zusammen. Die Bezugnahme erscheint noch deutlicher, wenn Epiphanius berichtet[1], daß die wunderbaren Weinverwandlungen, die regelmäßig am 6. Januar vorkämen, genau zur selben Stunde sich ereigneten, in der die Diener das Wasser geschöpft hätten.

Nunmehr läßt sich die Entwicklung des Festes im Osten überblicken. Das Epiphanienfest umfaßte ursprünglich nicht nur zwei, sondern drei oder vielmehr vier Gedanken. Es war zugleich das Fest der Geburt und der Taufe Christi und der Hochzeit zu Kana. Daneben wurde auch die Erscheinung der Magier mit ihm in Verbindung gebracht. Aus diesem Ring hat zuerst die cyprische Kirche ein Stück herausgebrochen, indem sie — aus unbekannten Gründen; vielleicht um ein einheimisches heidnisches Fest zu ersetzen — die Taufe vom 6. Januar loslöste und sie auf den 8. November vorschob. In der übrigen griechischen Kirche ist erst durch die Übernahme des Weihnachtsfests eine Umgestaltung veranlaßt worden. Sie bewirkte, daß jetzt die Erinnerung an die Taufe Christi zum ausschließlichen Festgedanken erhoben und daneben die Feier der Hochzeit zu Kana entweder unterdrückt oder eine Strecke weiter abwärts im Kirchenjahr angesetzt wurde.

Im Abendland hat die römische Kirche, als sie das Weihnachtsfest aufbrachte, anscheinend zunächst die Absicht gehegt, damit das Epiphanienfest nicht sowohl zu entlasten, als vielmehr zu verdrängen. Denn so hat Hr. Lietzmann[2] doch wohl mit Recht die merkwürdige Tatsache gedeutet, daß der halbamtliche Kalender des Filocalus, der zum ersten Male den 25. Dezember als Geburtstag Christi urkundlich

[1] Panarion haer. 51, 30, 2; II 301, 10ff. Holl Κιβύρης μὲν τῆς πόλεως τῆς Καρίας ἡ πηγή (sc. εἰς οἶνον μεταβάλλεται), καθ᾽ ἣν ἤντλησαν ὥραν οἱ διάκονοι καὶ εἶπεν »δότε τῷ ἀρχιτρικλίνῳ«.

[2] Petrus und Paulus in Rom. 1915. S. 79f.

verzeichnet[1], das Epiphanienfest daneben völlig totschweigt. Der scharfe Vorstoß des Filastrius[2] gegen diejenigen, die nur die Geburt Christi — man muß ergänzen: nicht auch die Taufe — und sie am 25. Dezember statt am 6. Januar gefeiert haben wollen, richtet seine Spitze vermutlich eben gegen diese römischen Pläne.

Man muß sich jedoch in Rom bald davon überzeugt haben, daß das zuerst ins Auge gefaßte Ziel nicht zu erreichen war. Aber wenn man nun das Epiphanienfest bestehen ließ, so ging man um so mehr darauf aus, alles von ihm wegzunehmen, was ihm einen ähnlichen Rang wie dem Weihnachtsfest verleihen konnte. Von Siricius[3] an eifern die Päpste gegen den Vollzug der Taufe an Epiphanien. Das bedeutete zugleich einen Kampf gegen die Auffassung des 6. Januar als Gedächtnistag der Taufe Christi. Es gehörte damit zusammen, daß Rom die große Wasserweihe auf Ostern, genauer auf den Karsamstag, hinabschob[4], obwohl das Gebet, das man dabei verwendete, und die Gebräuche, die sich im Abendland entwickelten, noch deutlich den Zusammenhang mit dem Epiphanienfest verrieten[5].

[1] Daß Hippolyt nicht als Zeuge für den 25. Dezember in Betracht kommt, ist heute wohl allgemein anerkannt; vgl. darüber zuletzt E. Schwartz, Christliche und jüdische Ostertafeln (Abh. d. Gött. Ges. d. Wiss. 1905. S. 36).

[2] Haer. 140, 1; S. 111, 1 ff. Marx sunt quidam dubitantes haeretici de die Epifaniorum domini salvatoris, qui celebratur octavo Idus Januarias, dicentes solum natalem debere eos celebrare domini VIII kalendas Januarias, non tamen diem Epifaniorum.

[3] Ep. ad Himerium Tarrac. § 2; Migne 13, 1134 A sola temeritate praesumitur, ut passim ac libere natalitiis Christi seu a p p a r i t i o n i s necnon et apostolorum seu martyrum festivitatibus innumerae ut adseris plebes baptismi mysterium consequantur. Leo ep. 16 ad episc. Sicil. c. 1; Migne 54, 696 B vos in eo .... ab apostolicae institutionis consuetudine discrepare, ita ut baptismi sacramentum numerosius in die Epiphaniae quam in paschali tempore celebretis. — Weitere Spuren davon, daß auch im Abendland seit dem Aufkommen des Epiphanienfestes vielfach — wo nicht allgemein — an diesem Tag getauft wurde, hat namentlich die Liturgie aufbewahrt. Für S p a n i e n ist dies außer durch die vorstehende Dekretale des Siricius auch durch den Hymnus Vos qui in Christo baptizati estis bezeugt, mit dem die Epiphanienmesse der mozarabischen Liturgie beginnt (Migne 85, 230 B); für O b e r i t a l i e n und F r a n k r e i c h vgl. — vorbehaltlich der Ergebnisse künftiger besserer Ausgaben der beiden Meßbücher — die in der ambrosianischen und gothischen Liturgie übereinstimmende praefatio der Messe von Epiphanien (Pamelius, Liturgica Lat. S. 315 und Migne 72, 243 A), susceperunt hodie fontes benedictionem suam et abstulerunt maledictionem nostram, ita ut credentibus purificationem omnium delictorum exhibeant et deo filios generando adoptive faciant ad vitam aeternam; für I r l a n d vgl. den 19. Kanon des 2. von Patrick gehaltenen Konzils S. 58 Spelman octavo die catechumini sunt, postea solemnitatibus domini baptizantur i. e. Pascha et Pentecoste et E p i p h a n i a.

[4] Die heutige Feier der Wasserweihe, wie sie in Rom in S. Andrea della Valle am 6. Januar vollzogen wird, steht mit der alten Übung in keinem unmittelbaren geschichtlichen Zusammenhang. Sie stammt vielmehr aus dem Mittelalter, wo von Unteritalien aus die griechische Sitte auch bei den Lateinern wieder eindrang, vgl. Cabrol, Dict. d'archéol. chrét. II 1, 707 f.

[5] Für die Geschichte der Wasserweihe im Westen haben Cabrol (Dictionnaire II 1, 675 ff.) und Franz (die kirchlichen Benediktionen des Mittelalters I 43 ff.) reichen,

Für das Epiphanienfest sollte bloß das übrigbleiben, was der Osten am wenigsten betont hatte, die Anbetung Christi durch die Magier[1]. In diesem Sinn sind auch die römischen Meßbücher bearbeitet worden. Das Sakramentarium Gelasianum[2] — das Leonianum

---

aber ungenügend durchgearbeiteten Stoff beigebracht. Ich muß mich auf das Folgende beschränken. Die benedictio fontis, die das gelasianische Sakramentar für den Karsamstag enthält (I 44; S. 84 ff. Wilson), erwähnt dieselben Wunder, die das Μέγας εἶ κύριε aufführt. So heißt es im zweiten der Gebete: deus qui nocentis mundi crimina per aquas abluens regenerationis speciem in ipsa diluvii effusione signasti, und im dritten: Benedico te ... per deum ...; qui te in deserto amaram suavitate indita fecit esse potabilem et sitienti populo de petra produxit. Benedico te et per Jesum Christum ..., qui te in Cana Galileae signo admirabili sua potentia convertit in vinum ... et a Joanne in Jordane in te baptizatus est. Hätte dieses Gebet von Haus aus zum Karsamstag gehört, so wären gewiß nicht gerade diese Wunder und Tatsachen hervorgehoben worden, sondern an ihrer Stelle vielmehr der Tod Christi, zumal da die Gedankenverbindung Taufe und Tod Christi der altchristlichen Überlieferung entsprach. Es kommt noch hinzu, daß das Einleitungsgebet wenigstens an einer Stelle auch in der Form an das Μέγας εἶ κύριε anklingt, vgl. den Satz Omnipotens sempiterne deus, adesto magnae pietatis tuae mysteriis, adesto sacramentis et ad creandos novos populos quos tibi fons baptismatis parturit, spiritum adoptionis emitte mit Αὐτὸς οὖν, φιλάνθρωπε βασιλεῦ, πάρεσο καὶ νῦν διὰ τῆς ἐπιφοιτήσεως. Daraus darf man wohl schließen, daß die abendländischen Gebete, so stark sie im übrigen abweichen, auf der Grundlage des Μέγα εἶ κύριε entstanden sind. — Eine Abzweigung der Wasserweihe am Karsamstag ist offenbar die benedictio aquae spargendae in domo (III 75 ff.; S. 285 ff. Wilson). Hier wird das Elisawunder bereits in dem Gebet für die Weihe des Salzes genannt und in dem darauffolgenden, neben der Befreiung des Volkes Israel durch das Wunder im Roten Meer, noch einmal vorgeführt. Noch mehr fällt aber ins Gewicht, daß — was eine abendländische Besonderheit darstellt — bei dieser Weihehandlung Salz und Wein in das Wasser gemischt werden. Denn wie das Salz auf das Elisawunder, so weist der Wein auf die Hochzeit zu Kana hin. So wird auch hier der Zusammenhang mit dem Epiphanienfest deutlich sichtbar. — Ganz wie im Osten war es aber auch im Abendland bei der großen Wasserweihe Sitte, das Taufwasser zu schöpfen und als Schutz- und Heilmittel zu verwerten, vgl. Ordo Romanus VII 10; Migne 78, 999 B haec omnia expleta fundit chrisma de vasculo aureo intra in fontes super ipsam aquam in modum crucis et cum manu sua miscitat ipsum chrisma cum aqua et aspergit super omnem fontem vel populum circumstantem. Hoc facto omnis populus qui voluerit accipiet benedictionem unusquisque in vasis suis de ipsa aqua, antequam ibi baptizentur parvuli, ad spargendum in domibus eorum vel in vineis, campis vel fructibus eorum und dazu die Erzählung bei Gregorius Tur. gloria mart. I 25; Migne 21, 725 B ff. die autem tertia (d. h. nach dem Gründonnerstag), quod est sabbati, convenientibus ad baptizandum populis adveniens episcopus ... ostia reserat clausa ... tunc cum exorcismo sanctificatum conspersum desuper chrisma omnis populus pro devotione haurit et vas plenum domi pro salvatione reportat, agros vineasque aspersione saluberrima tentaturus.

[1] Auch die Katakombengemälde belegen, daß man im 4. Jahrhundert in Rom der Erscheinung des Sterns und der Anbetung durch die Magier Gewicht beizulegen anfing, vgl. von Sybel, Christliche Antike I 298. — Auf dem älteren Bild in der Priscillakatakombe bedeutet der Stern wohl Christus selbst.

[2] Man darf jetzt die Zeit kurz nach 558 für seine Zusammenstellung als gesichert betrachten; vgl. H. Lietzmann, Petrus und Paulus in Rom. S. 24 und dazu Jülicher, Gött. Gel. Anz. 1916. S. 733.

fällt leider wegen seiner Verstümmelung für unsere Frage aus — deutet in der Epiphanienmesse überall, ebenso in der Vigilie wie in der eigentlichen Festmesse, die »Erscheinung« auf das Erscheinen des Sterns und beschränkt sich streng auf die Ausführung dieses einen Gedankens. Das gleiche findet sich im Gregorianum. Es ändert daran nichts, daß in beiden Büchern eine Anzahl von Wendungen durchgeschlüpft sind, in denen die ursprüngliche Bedeutung des 6. Januar als Geburtsfest Christi sich noch verrät[1].

Aber Rom war zu dieser Zeit noch nicht das Abendland. Nur das sonst so widerspenstige Afrika scheint sich seinen Wünschen sofort und vollständig gefügt zu haben. Wenigstens behandelt Augustin in seinen zahlreichen Predigten zum Epiphanienfest niemals einen andern Gegenstand als die Ankunft der Weisen aus dem Morgenland[2].

Anderwärts dagegen hat man schon gezögert, die Beziehung des 6. Januar auf die Geburt Christi ohne weiteres fallen zu lassen. Auch abgesehen von dem bereits angeführten Filastrius will es Maximus von Turin einmal in einer Epiphanienpredigt den Zuhörern freistellen, ob sie den 6. Januar als Geburts- oder als Tauffest Christi auffassen wollen[3]. Noch zahlreichere und ganz unverhüllte Hinweise auf die Geburt Christi enthalten die Liturgien der spanischen, mailändischen, gallischen, keltisch-englischen Kirche[4] in ihren Epiphanienmessen.

Immerhin sind das nur Nachklänge. Mit dem Durchdringen des Weihnachtsfestes trat diese Deutung des 6. Januar von selbst im tatsächlichen Bewußtsein zurück. Auch das Weitere hat Rom noch erreicht, daß die Anbetung durch die Magier allenthalben im Abendland

---

[1] Vgl. H. Lietzmann, Petrus und Paulus in Rom. S. 75ff.

[2] Über die afrikanische Liturgie besitzen wir leider keine für unsere Zwecke ausreichenden Zeugnisse. — Auch das in Tunis gefundene Gefäß mit der Aufschrift ἀντλήσατε ὕδωρ μετ' εὐφροσύνης (Cabrol, Dict. d'archéol. chrét. I 1, 740) läßt keine weiteren Schlüsse zu.

[3] Sermo 7; Migne 57, 545 B sive hodie natus est dominus Iesus sive hodie baptizatus est: diversa quippe opinio fertur in mundo et pro traditionum varietate sententia est nobis.

[4] Für die mozarabische Liturgie vgl. außer den halbverlöschten Spuren in dem ersten der einleitenden Gebete, bei der Inlatio und bei der Benedictio das Gebet *Post pridie* (Monumenta eccl. lit. herausgegeben von Cabrol und Leclecq VI, 90): appare domine, cognoscere domine, sicut apparuisti manifestus in carne, ortus ex virgine, inventus a pastoribus und *Ad orationem dominicam* (ebenda): Christe deus, qui virginali prodiens ex utero novum hodie lumen apparuisti in mundo Ambrosianische Liturgie bei der *oblatio* (S. 315 Pamelius): pietatis tuae domine sacramentum hodierna solemnitate recolentes Missale Gothicum praefatio der Vigilienmesse (Migne 72, 241 A) qui nativitatem ex virgine ... pro nostra salute credimus factam Leofric Missale in der *praefatio* S. 67 Warren: cum unigenitus tuus in substantia nostrae mortalitatis apparuit und *infra actionem*: communicantes et diem sacratissimum celebrantes, quo unigenitus tuus in tua tecum gloria coaeternus in veritate carnis nostrae visibiliter corporalis apparuit.

im Festgedanken von Epiphanien vorangestellt wurde. Aber nicht durchzusetzen war das letzte, daß zugleich der ganze übrige Inhalt der bisherigen Feier preisgegeben worden wäre. Vielmehr gilt außerhalb Roms nach der Aufnahme des 25. Dezember immer noch dreierlei als der Gegenstand von Epiphanien: die Ankunft der Weisen, die Taufe Christi und das Wunder von Kana.

So bekunden es — mit Ausnahme von Afrika — die Prediger und Schriftsteller aus allen Teilen der abendländischen Kirche.

Für Italien steht an der Spitze Paulinus von Nola carm. 27 v. 45 ff.; CSEL 30 S. 264:

> utque deinde (sc. nach Weihnachten)
> qua puerum stella duce mystica dona ferentes
> subpliciter videre *magi* seu qua magis illum
> Jordanis trepidans lavit *tinguente Johanne*
> sacrantem cunctas recreandis gentibus undas
> sive dies eadem magis illo sit sacra signo
> quo primum deus egit opus, cum flumine
> verso *permutavit aquas* praedulcis nectare vini.

An ihn reiht sich aus Oberitalien Maximus von Turin, bei dem diese Dreigliederung stehend ist. Ich führe aus seinen zahlreichen Predigten[1] nur eine Stelle wörtlich an hom. 23; Migne 57, 272 C ff.: in hac, dilectissimi, celebritate, sicut relatu paternae traditionis instruimur, multiplici nobis est festivitate laetandum. ferunt enim hodie Christum dominum nostrum vel stella duce *a gentibus adoratum* vel invitatum ad nuptias *aquas in vina vertisse* vel *suscepto a Joanne baptismate* consecrasse fluenta Jordanis.

Ganz ebenso spricht sich aber auch Chrysologus von Ravenna aus sermo 157; Migne 52, 615 A ista est festivitas quae . . . peperit tria deitatis insignia. per Epiphaniam *magi* Christum muneribus mysticis confitentur . . . per Epiphaniam Christus in nuptiis *aquas saporavit in vinum* . . . per Epiphanium Christus Jordanis alveum *baptisma* nostrum consecratu⟨ru⟩s intravit.

Gallien ist vertreten durch das Kalendarium des Polemius Silvius vom Jahr 448 (CIL I 335 vgl. 410 = I² 257 vgl. 339): VIII Id. Jan. Epiphania quo die interpositis temporibus visa est stella *magis* quae dominum nostrum nuntiabat et *aqua vinum facta* et in amne Jordanis *salvator baptizatus* est und durch die wohl dem Cäsarius von Arles zugehörige[2] pseudoaugustinische Predigt sermo 139; Migne 39, 2018: ideo Epipha-

[1] Vgl. außerdem hom. 17; Migne 57, 260 A hom. 24; 278 C hom. 29; 289 A hom. 33; 295 B hom. 34; 297 A sermo 7; 545 B sermo 11; 553 B.

[2] Sie wird in der Überlieferung auch dem Ambrosius zugeschrieben.

nia i. e. apparitio sive manifestatio appellatur, quia in ea Christus *stella duce* gentibus est manifestatus et a Johanne hodie dicitur *baptizatus* et *aquam in vinum* potestate divina eum convertisse narratur: dazu kommt noch die dem Sedulius von Béziers zugeschriebene[1] Predigt hom. de Epiph. Migne 72, 773: hodie vero illud colimus quo se in homine virtutibus declaravit; eo quod in hac die sive quod in coelo *stella* ortus sui nuntium praebuit sive quod in *Cana Galilaeae* in convivio nuptiali aquam in vinum convertit, sive quod in *Jordanis* undis aquas ad reparationem humani generis suo *baptismo* consecravit.

Für Spanien zeugt Isidorus von Sevilla de officiis I 27; Migne 83, 762: tribus igitur ex causis hic dies hoc vocabulum (sc. Epiphaniorum dies) sumpsit sive quod tunc in *baptismo* suo Christus populis fuerit ostensus sive quod ea die sideris ortu *magis* est proditus sive quod primo signo per *aquam in vinum versam* multis est manifestatus.

Etwas eigenartig Abendländisches kommt jedoch darin zutage, daß an das Kanawunder mehrfach noch die Speisung der Fünftausend als vierter Festgegenstand angereiht wird. So fährt die spanische Predigt, die die Siloshandschrift 4 der mozarabischen Liturgie aufbewahrt hat (Monumenta eccl. lit. hersg. von Cabrol und Leclercq V 526 ff., vgl. VI 816), nach der Aufzählung der Erscheinung des Sterns, der Jordantaufe und des Kanawunders noch fort: hodie namque quinque panuum fragmine quinque milium virorum turba refecta est: ut qui olim sub legis umbra Sraheliticam plebem paberat celesti manna in eremo, nunc paucis panibus sub Evangelii veritate innumeram satiaret multitudinem potiori miraculo. — Noch lehrreicher ist die pseudoaugustinische Predigt sermo 136. Sie läuft, wie eben (vgl. A. 1) gesagt, auch unter dem Namen des Sedulius und dem des Maximus von Turin. Der als augustinisch überlieferte Text weicht jedoch an der für uns in Betracht kommenden Stelle (Migne 39, 2015) von den beiden anderen Zeugen darin ab, daß er hinter den drei üblicherweise genannten Festanlässen noch beifügt: sive quod de quinque milibus quinque milia hominum satiavit. Es handelt sich dabei sicher um den Zusatz eines Lesers oder Bearbeiters. Denn in der Überlieferung bei Sedulius ist ausdrücklich betont, daß das Fest drei Geheimnisse umschließe[2]. Aber dadurch erhöht sich nur die Bedeutung der Stelle für unsere Frage: der Spätere vermißte etwas ihm wesentlich Erscheinendes, wenn die Speisung der Fünftausend nicht genannt war.

[1] Sie stimmt ganz mit der hom. 22 des Maximus von Turin und dem pseudoaugustinischen sermo 136 überein. Mir scheint indes viel dafür zu sprechen, daß wirklich Sedulius der Verfasser ist.

[2] In quolibet horum trium salutis nostrae mysteria continentur.

Ebenso eindrucksvoll ist das Zeugnis der alten Liturgien. Die Texte, die wir von ihnen besitzen, stammen sämtlich erst aus der Zeit nach der Völkerwanderung. Sie sind demgemäß bereits stark überarbeitet. Aber überall ragen innerhalb der Epiphanienmessen noch Stellen heraus, die die ältere Auffassung unverkürzt wiedergeben[1].

Die ambrosianische Liturgie hat die drei Festgedanken nebeneinander in der praefatio der Opferung für die Vigilie S. 314 Pamelius: per Christum dominum nostrum, qui a puerperio caelesti intulit mundo suae miracula maiestatis, ut adorandam magis ostenderet *stellam* et transacto temporis intervallo *aquam mutaret in vinum* et suo quoque *baptismate* sanctificaret fluenta Jordanis; die Taufe allein wird noch genannt in der praefatio des Festofficiums S. 315 Pamelius.

Für Gallien sind schon die alten Lesestücke des Epiphanienfestes bezeichnend (Migne 72. 178 C, vgl. das Sacramentarium Gallicanum Migne 72, 470). Vorgeschrieben sind aus dem N. T.: Tit. 2, 11 ff. apparuit gratia salvatoris, hierauf Matth. 3, 13 ff. tempore illo venit dominus Jesus in Cana Galilaeae — ein ganz eigenartiges Einschiebsel! — in Jordane ad Johannem ut baptizaretur und (nach Einschaltung von Luc. 3, 23) Joh. 2, 1 ff. et die tertio nuptiae factae sunt in Cana Galilaeae. — Von den Liturgien entwickelt das Missale Gothicum die dreifache Bedeutung des Festes zweimal in der Vigilie: in der Praefatio (Migne 72, 241 A): qui inlustrationem incarnationis eius vel *nativitatem* ex virgine vel *baptismum* apud Jordanem vel mirabile apud *Cana* signum pro nostra salute credimus factum und in der Benedictio populi (241 D): qui dignatus es pro forma facturae tuae salutis nostrae in *Jordanis* fontem fons aquae vivae descendere. in quo te adorandum *stella* magos docuit et aquae pallor *vina* produxit; ebenso am Fest selbst in der Collectio nach dem Sanctus (243 B): qui ad puerperii caelestis indicium haec hodie contulit mundo suae miracula maiestatis, ut adorandam magis ostenderet *stellam* et transacto temporis intervallo aquas in *vina* mutaret suoque *baptismate* sanctificaret fluenta Jordanis und in der Benedictio populi (243 D ff.): omnipotens artifex qui saepe quamplurimis, hodie tamen insignibus te declarasti miraculis, qui recurrenti tempore multiplicasti pastor *vina* prius in hydriis, deinde *cibos* in cophanis. descendat . . . spiritus sanctus tuus ille, qui in *Jordane* baptizante Johanne in columba corporaliter visus est descendisse . . ., ut cum hinc transferri migrando praecipietur, illic admitti permittatur. unde te deum adoravit magis admiratum adstans *sidus* praesepio. Dazu kommen die Hinweise auf die einzelnen Stücke: auf die *Taufe*: in der

[1] Daß abgesehen von der mozarabischen Liturgie noch keine zuverlässigen Ausgaben vorliegen, bildet freilich ein beträchtliches Hindernis.

Vigilie in der Collectio Exaudi nos (240 D) und in der Collectio Deus qui per unigenitum (241 A/B), am Fest selbst in der Collectio ad pacem (242 D), und in der Contestatio (243 A); auf das *Kanawunder* in der Vigilie in der Praefatio Miraculorum primordia (238 D), in der Festmesse in der Praefatio Venerabilem und in der Collectio post nomina (242 C): auf *beides zugleich* in der Praefatio Deum qui sanctificavit der Vigilie 240 D. — Das Sacramentarium Gallicanum bringt in der Praefatio Deum qui sanctam (Migne 72, 471 C) das Kanawunder; in der Collectio Deum qui sanctificavit die Taufe und das Kanawunder; in der Collectio ad pacem wieder die Taufe und erst in der Contestatio die Erscheinung der Magier.

Dasselbe Bild zeigt die kirchliche Ordnung in Spanien. Beachtenswert ist hier bereits, daß noch der im Jahr 961 abgefaßte Kalender von Cordova in der dem Epiphanienfest beigegebenen Erläuterung das Gedächtnis der Taufe Christi vor die Erscheinung des Sterns rückt[1], während allerdings der von Morin herausgegebene liber comicus eine gründliche Abwandlung in den Lesestücken aufweist[2]. Dafür ist aber in der sogenannten mozarabischen Liturgie der alte Bestand in noch größerem Umfang erhalten als in den gallischen Meßbüchern. Die Fünfzahl: Geburt, Erscheinung des Sterns, Taufe, Kana- und Speisewunder ist aufgeführt in der *Inlatio* (Monum. eccl. lit., hersg. von Cabrol und Leclercq VI 88 ff.) und ebenso in der Benedictio S. 91; Geburt, Erscheinung des Sterns, Taufe, Kanawunder (und Verklärung) in dem Gebet Post pridie (S. 90); Erscheinung des Sterns, Taufe und Kanawunder in dem zweiten der einleitenden Gebete (S. 87).

Es ist im bisherigen schon miterwähnt worden, verdient aber noch eine besondere Hervorhebung, daß die Liturgien auch die abendländische Bereicherung des Festinhalts durch das Speisungswunder ihrerseits bestätigen. Die gothische und die mozarabische Liturgie führen je an zwei Stellen die Brotvermehrung hinter der Kanageschichte als ein Stück der Festbedeutung auf[3]. Dazu kommt noch

[1] Monumenta eccl. lit., hersg. von Cabrol und Leclercq V 451: in eo (d. h. am 6. Januar) est Latinis festum baptismi, in quo baptizatus est Christus. Et dicunt quod apparuit super eum in hac nocte stella.

[2] Anecdota Maredsolana I. 1893. S. 1 ff. Von den neutestamentlichen Lesestücken ist zwar Tit. 2, 1 ff. noch beibehalten, aber Matth. 3, 11 ff. und Joh. 2, 1 ff. sind bereits durch Matth. 2, 1 ff. ersetzt.

[3] Missale Gothicum in der Praefatio Omnipotentem Dominum der Vigilie (Migne 72, 239 B): et de quinque panibus et duobus piscibus quinque milia hominum satiavit und in der Benedictio der Festmesse des 6. Januar (244 A): multiplicasti pastor vina prius in hydriis, deinde cibos in cophanis; mozarabische Liturgie in der Inlatio (S. 89 Cabrol-Leclercq): quinque quoque panibus et pisce geminato quinque virorum millia intra deserta pavisti und in der Benedictio (S. 91): qui populorum millia exiguo panis fragmine satiavit.

der Hymnus Inluminans altissimum, der nach der Schilderung der Taufe, der Anbetung durch die Magier und der Hochzeit zu Kana auch diesem Wunder noch einen eigenen Vers widmet:

sic quinque millibus viris
dum quinque panes dividunt
edentium sub dentibus
in ore crescebat cibus.

Aus diesem Tatbestand müßte an sich schon der Schluß gezogen werden, daß Geburt und Taufe Christi, Anbetung durch die Magier und Hochzeit zu Kana, und dazu noch die Speisung der Fünftausend den ursprünglichen Inhalt des Epiphanienfestes im Abendland gebildet haben. Denn es ist undenkbar, daß die von Rom mißbilligten Bestandteile des Festes so lang und so zäh aufrechterhalten worden wären, wenn sie nicht der ältesten Überlieferung angehört hätten. Nun finden sich aber zudem wenigstens die wichtigsten der genannten Stücke an einer Stelle vereinigt, die noch in die Zeit vor der Einführung des Weihnachtsfestes hinaufführt. Sie ist freilich, seitdem sie Usener hervorzog, immer noch hart umstritten.

In seine 377 abgeschlossene Schrift de virginibus hat Ambrosius auch ein Stück aus der Ansprache aufgenommen, die der römische Bischof Liberius vor Jahren bei der Nonnenweihe von Ambrosius' Schwester Marcellina an sie gerichtet hatte (III 1: Migne 16, 219ff.).

Den Übergang vollzieht Ambrosius mit den Sätzen: Tempus est, soror sancta, ea quae mecum conferre soles beatae memoriae Liberii praecepta revolvere, ut quo vir sanctior, eo sermo accedat gratior. namque is, cum salvatoris natali ad apostolum Petrum virginitatis professionem vestis quoque mutatione signares (quo enim melius die, quam quo virgo posteritatem adquisivit), adstantibus etiam puellis dei compluribus quae certarent invicem de tua societate

Dann folgen die Worte des Liberius:

»Bonas, inquit, filia nuptias desiderasti. vides quantus ad natalem sponsi tui populus convenerit et nemo impastus recedit. hic est qui rogatus ad nuptias aquam in vina convertit. in te quoque sincerum sacramentum conferet virginitatis quae prius erat obnoxia vilibus naturae materialis elementis. hic est qui quinque panibus et duobus piscibus quatuor milia populi in deserto pavit. plures potuit, si plures iam tunc qui pascerentur fuissent. denique ad tuas nuptias plures vocavit: sed iam non panis ex hordeo, sed corpus ministratur e coelo. hodie quidem secundum hominem homo natus ex virgine, sed ante omnia generatus ex patre.«

Usener[1] hat aus den Anspielungen auf die Hochzeit zu Kana und auf das Speisungswunder[2] geschlossen, daß das Geburtsfest Christi, mit dem die Weihe der Marcellina zusammenfiel, nicht der 25. Dezember, sondern der 6. Januar gewesen sei. Die Predigt diente ihm deshalb zum Beweis, daß man damals, d. h. etwa 353, das Weihnachtsfest in Rom noch nicht gefeiert hätte.

Gegen diese Auffassung hat sich mit auffallender Schärfe Hr. Duchesne[3] gewendet, und seine Gründe haben vielfach Eindruck gemacht. Er geht davon aus, daß Ambrosius im Jahr 377 unter dem Geburtsfest Christi unmöglich etwas anderes als den 25. Dezember verstanden haben könne; so müsse auch die Weihe der Marcellina auf diesen Tag gesetzt werden. Den Beweis aus dem Wunder zu Kana und dem Speisungswunder sucht er durch die Tatsache zu entkräften, daß beide Dinge doch auf soundsoviel Sarkophagen des 4. und 5. Jahrhunderts abgebildet seien; Liberius brauche darum die Anregung dazu nicht erst aus dem Festgedanken geschöpft zu haben.

Mit dem letzteren hat sich Hr. Duchesne die Widerlegung doch etwas leicht gemacht. Gewiß sind die Weinverwandlung und die Brotvermehrung auf einer ganzen Anzahl von Sarkophagen geschildert. Aber nur diese Wunder? Warum redet Liberius nicht von Noah in der Arche, oder von Jonas in der Kürbislaube, oder von der Heilung des Gichtbrüchigen, oder von der Auferweckung des Lazarus? Sie sind gerade so häufig zu sehen und sie hätten zu einer Nonnenweihe genau so viel oder so wenig Beziehung gehabt, wie die von Liberius genannten Wunder. Ich denke, wenn es nach dem Bisherigen feststeht, daß gerade diese Tatsachen an einem bestimmten Fest, an dem Geburtsfest Christi, mitgefeiert wurden und der Tag der Nonnenweihe selbst ein solches war, so kann es nur der Festgedanke gewesen sein, der den Liberius zu ihrer Hervorhebung bestimmte. Dann ist aber sofort auch die Folgerung unvermeidlich, daß der betreffende Tag der 6. Januar gewesen ist. Denn mit dem 25. Dezember sind niemals in allen Jahrhunderten jene beiden Wunder in Verbindung gebracht worden.

Es kommt demgegenüber nicht in Betracht, daß Ambrosius, als er die Schrift de virginibus schrieb, die Geburt Christi höchstwahrscheinlich — denn so ganz sicher und selbstverständlich ist das nicht

[1] Weihnachtsfest[2] S. 276, vgl. S. 375ff.

[2] Der kleine Zug ist nicht zu übersehen, daß Liberius — falls der Text in Ordnung ist —, Matth. 14, 17ff. und Matth. 15, 34ff. miteinander verwechselnd, von der Speisung der Viertausend durch 5 Brote und 2 Fische redet, während sonst immer richtig gemäß Matth. 14, 17ff. die Zahl Fünftausend angegeben wird.

[3] Bulletin critique XI (1890) S. 41ff.

— bereits am 25. Dezember feierte. Lag denn für Ambrosius irgendein Grund vor, den seit jener Rede eingetretenen Wandel hervorzuheben? Daß der Tag der Weihe zugleich das Geburtsfest Christi gewesen war, mußte er in Erinnerung rufen; denn Liberius hatte daran angeknüpft. Aber dem eine Anmerkung beizufügen, daß man jetzt die Geburt Christi an einem andern Tage begehe, wäre in diesem hochrednerisch gestalteten Zusammenhang mehr als bloß geschmacklos gewesen.

Die Annahme, daß die Predigt des Liberius am 25. Dezember gehalten worden sei, würde auch zu höchst beschwerlichen Folgerungen bezüglich der Geschichte der Weihnachtsfeier in Rom führen. Man müßte dann glauben, daß Rom, als es den 25. Dezember aufbrachte, zunächst den ganzen Inhalt des 6. Januar auf diesen Tag übertrug. Das möchte zu Lietzmanns oben (S. 413) gebilligter Vermutung stimmen, wonach man in Rom eine Weile lang mit der Absicht umging, den 6. Januar völlig zu unterdrücken. Aber der Fortgang macht dann um so größere Schwierigkeiten. Denn hinterher, als man sich zur Duldung des Epiphanienfestes entschloß, hätte man gleichzeitig auch dem 25. Dezember die den Hauptgedanken umkränzenden Stücke — Hochzeit zu Kana und Speisungswunder — wieder abgerissen. Man hätte das Weihnachtsfest beraubt in einem Augenblick, wo es doch galt, seine überragende Bedeutung womöglich noch zu steigern. Einen derartigen Verlauf wird niemand für wahrscheinlich halten. So bleibt es auch von dieser Seite her betrachtet das Nächstliegende, die Rede des Liberius auf den 6. Januar zu beziehen[1].

[1] Hr. Jülicher hat allerdings in seiner Besprechung von Lietzmanns Buch (Gött. Gel. Anz. 1916, S. 735f.) den 25. Dezember für die Predigt des Liberius aufs neue nachdrücklich verteidigt. Sein stärkster Grund ist der Vorwurf, den Augustin gegen die Donatisten erhebt, daß sie das Epiphanienfest nicht feierten (sermo 222, 2; Migne 38, 1033). Da Augustin beim Weihnachtsfest niemals etwas Ähnliches bemerkt, folgert Hr. Jülicher, es könne bei diesem Fest kein Unterschied zwischen den Donatisten und Katholiken bestanden haben. So gelangt er zu dem Ergebnis, daß man in Rom den 25. Dezember schon um 300 begangen, Weihnachten demnach hier früher gefeiert hätte als Epiphanien. — Es ist Hrn. Jülicher dabei nicht entgangen, daß mit dieser Annahme vor allem der Tatbestand in den römischen Meßbüchern schwer zu reimen ist. Wenn man in Rom den 25. Dezember geraume Zeit vor dem Bekanntwerden des Epiphanienfestes als Tag der Geburt Christi festgestellt hatte, so wird es rätselhaft, wie dann im Gelasianum und im Gregorianum sich Spuren davon finden können, daß ehedem der 6. Januar als Geburtsfest betrachtet wurde (vgl. oben S. 416). Hr. Jülicher sucht dies so zu erklären, daß man bei der Zusammenstellung dieser Meßbücher sich wohl nicht auf stadtrömisches Material beschränkt hätte; die betreffenden Gebete könnten von außerhalb her bezogen oder beeinflußt sein. Allein diese Auskunft dürfte kaum genügen. Ausländischer Einfluß auf das Gelasianum und Gregorianum ist nicht eben wahrscheinlich, und wäre man nicht — bei dem Gewicht, das man in Rom dem 25. Dezember beilegte, — gerade fremden Gebeten gegenüber in der Ausscheidung unpassender Formeln strenger verfahren als bei den altgewohn-

Durch das übereinstimmende Zeugnis des Morgen- und des Abendlandes steht es somit fest, daß Geburt Christi, Anbetung durch die Magier, Taufe Christi und Hochzeit zu Kana von Haus aus den Inhalt der Epiphanienfeier gebildet haben.

Erst auf Grund dieses Ergebnisses kann man sich darüber klar werden, wie die Frage bezüglich des Ursprungs des Festes genauer lauten muß. Die Geschichte von Epiphanien zeigt eine fortschreitende Auflösung und Zertrümmerung. Zu Anfang steht ein mit Beziehungen fast überladenes Fest. Und darin liegt das eigentliche Rätsel. Wie kam die christliche Kirche denn dazu, eine derartige Fülle von Gedanken auf den einen Tag zu türmen?

Die Zeitfolge des Lebens Jesu gab dafür keinen Anlaß. Sie setzte nur Widerstand entgegen. Denn wenn man auch vermöge einer gezwungenen Auslegung aus Luc. 3, 23 herauslesen mochte[1], daß Christus genau an seinem 30. Geburtstag getauft worden sei, so konnte man für die Ankunft der Magier am 6. Januar nicht einmal einen derartigen Beweis erbringen. Und vollends die Verlegung der Hochzeit zu Kana auf denselben Tag mit der Taufe war nur dann möglich, wenn man sich über die Zeitangaben des Johannesevangeliums geflissentlich hinwegsetzte.

Ebensowenig will es gelingen, den Inhalt des Festes von einem sachlichen Gesichtspunkt aus zu erklären. Man möchte denken, daß die am 6. Januar gefeierten Tatsachen in der Absicht zusammengestellt wären, alles dasjenige zu vereinigen, wodurch Christus bei seinem Eintritt in die Welt sich als Gott erwiesen hätte. Aber man empfindet sofort die Schwierigkeit, daß die Kirche dann unter diesem Eintritt etwas Doppeltes zugleich verstanden haben müßte, die Geburt und die Taufe[2], und daß sie den zeitlichen Abstand zwischen beiden

ten einheimischen? — Aber auch aus dem Schweigen Augustins vermag ich nicht so weitreichende Schlüsse zu ziehen. Am Epiphanienfest bot sich ihm eine erwünschte Gelegenheit, den Donatisten einen Hieb zu versetzen. Hier, wo die Anbetung durch die Magier, d. h. die Berufung der Heiden gefeiert wurde, konnte der Prediger wirksam die katholische Weltkirche gegenüber der Winkelkirche der Ketzer ins Licht rücken. Das Weihnachtsfest war zu einem ähnlichen Ausfall wenig geeignet. Und sollte Augustin tatsächlich nichts davon gewußt haben, daß man in einem großen Teil der Christenheit, in Palästina und Ägypten, damals den 25. Dezember noch nicht feierte? Bei dem regen Verkehr, der zwischen Afrika und Palästina stattfand — ich erinnere nur an die Namen des Hieronymus und Orosius —, ist das doch kaum glaublich. Dann wird vollends begreiflich, daß er am Weihnachtsfest Anzüglicheiten wie die in jener Epiphanienpredigt unterließ.

[1] Vgl. Cosmas Indicopl. Topographia V; Migne 88, 197 A/B οἱ δὲ Ἱεροσολυμῖται ὡς ἐκ τοῦ μακαρίου Λουκᾶ, λέγοντος (Luc. 3, 23) περὶ τοῦ βαπτισθῆναι τὸν Χριστὸν ἀρχόμενον ἐτῶν λ̄, τοῖς Ἐπιφανίοις ποιοῦσι τὴν γένναν.

[2] Ich erinnere nur daran, wie man in der Kirche seit dem Aufkommen der Logoschristologie die Bedeutung der Taufe herabzudrücken suchte. Um so auffallender wäre, daß hier beides auf dieselbe Stufe gerückt sein sollte. Und dies noch nach der

Ereignissen noch unterstrichen hätte, indem sie jedem von ihnen eine weitere mit ihm verbundene Tatsache beifügte. Man vergleiche damit nur die strenge Geschlossenheit und die scharfe Gliederung beim Osterfest.

Die Häufung wird aber erst recht unerklärlich, wenn man beachtet, daß sie gerade der Kirche, die das Fest aufbrachte, der östlichen, bald selbst unbequem geworden ist. Daß man in Cypern die Taufe vom 6. Januar lossprengte, mag seine besonderen Gründe gehabt haben. Aber warum hat der übrige Osten die Hochzeit zu Kana und die Anbetung durch die Magier beim 6. Januar fallen lassen? Der Grund dafür kann doch nur in der Empfindung gefunden werden, daß ein Fest natürlicherweise nur einen Gedanken ausdrücken könne.

Aus alledem erhellt, daß der Anstoß zu diesem seltsamen Festgebilde nicht aus der Kirche selbst, sondern von außen her kam. Zugleich aber, daß nur die Erklärung als befriedigend gelten darf, die für die Vereinigung des Verschiedenartigen in unserem Fest den Schlüssel bietet.

Es sind nun seit langem zwei Quellenzeugnisse namhaft gemacht worden, die die Vorgeschichte des kirchlichen Festes beleuchten. Sie weisen beide nach Ägypten, und man wird von vornherein geneigt sein, diese Spur als richtig anzusehen. Die Tatsache, daß Ägypten (und Palästina) sich am längsten gegen die Übernahme des 25. Dezember gesträubt haben, deutet bereits darauf hin, daß innerhalb dieses Gebiets dem 6. Januar ein eigentümlicher Wert anhaftete. Aber die nähere Prüfung der Stellen zeigt, daß sie der aufgestellten Forderung nicht voll genügen.

Die eine ist die Nachricht des Clemens Alexandrinus, daß die Basilidianer die Taufe Christi mit einer Nachtfeier begangen hätten, der eine Teil von ihnen am 15., der andere am 11. Tybi (= 5./6. Januar)[1]. Es ist zu betonen, daß Clemens mit ausdrücklichen Worten nur von einer Feier der Taufe redet. Man mag, wie das seit Usener üblich geworden ist, ergänzend hinzufügen, daß für die Basilidianer Taufe und Geburt Christi zusammenfiel, obwohl das nur gewissermaßen richtig ist. Aber man muß sich bewußt bleiben, daß diese Ausdeutung die Aussage des Clemens überschreitet, ja ihr im Grund widerspricht. Clemens behandelt im betreffenden Zusammenhang die Versuche, die großen Wendepunkte des Lebens Jesu zeitlich festzulegen. Er hält dabei die Berechnungen der Geburt (c. 145, 1 ff.), die der Taufe (c. 146, 1 f.) und die des Todes (c. 146, 3 f.) säuberlich ausein-

Mitte des 3. Jahrhunderts. Denn früher kann gemäß dem Zeugnis des Origenes (in Levit. hom. 8; II 229 Delarue comment. in ev. Matth. III 471 Delarue) die Entstehung des kirchlichen Festes unter keinen Umständen angesetzt werden.

[1] strom. I 146, 1 f.; II 90, 21 ff., Stählin οἱ δὲ ἀπὸ Βασιλείδου καὶ τοῦ βαπτίσματος αὐτοῦ τὴν ἡμέραν ἑορτάζουσι, προδιανυκτερεύοντες ⟨ἐν⟩ ἀναγνώσεσι. φασὶ δὲ εἶναι τὸ πεντεκαιδέκατον ἔτος Τιβερίου Καίσαρος τὴν πεντεκαιδεκάτην τοῦ Τυβὶ μηνός, τινὲς δὲ αὖ τὴν ἑνδεκάτην τοῦ αὐτοῦ μηνός.

ander. Unsere Mitteilung bildet für sich allein die zweite Gruppe. Clemens selbst hat also jedenfalls nichts davon gewußt, daß das Tauffest der Basilidianer zugleich ein Geburtsfest sein sollte. Aber auch wenn man über diesen Punkt hinwegsieht, entsteht noch die Frage: wo bleibt die Hochzeit zu Kana? Hat erst die christliche Kirche sie zum Fest der Basilidianer hinzugefügt? Und aus welchem Grunde? Oder sollten die Basilidianer auch sie bereits mitgefeiert haben? Man sieht, gerade das Merkwürdigste an dem kirchlichen Fest wird durch dieses Zeugnis nicht aufgehellt.

Ein Geburtsfest ist dagegen sicher bezeugt in jenem Bericht des Epiphanius über die Feier, die in der Nacht vom 5. zum 6. Januar im Κορεῖον zu Alexandria stattfand. Das Fest gipfelte um den Hahnenschrei in einem prunkvollen Umzug, bei dem ein hölzernes, an der Stirn, an den Händen und den Knien mit goldenen Kreuzen geschmücktes, im übrigen aber nacktes Götterbild aus einem unterirdischen Raum geholt, siebenmal unter rauschender Musik um den innersten Tempel getragen und dann wieder an seinen Ort verbracht wurde. Die Handlung sollte bedeuten, daß zu dieser Stunde die Κόρη den Αἰών geboren hätte[1].

Man ist heute gegenüber Usener[2] allgemein darin einig[3], daß die von Epiphanius beschriebene Feier nicht ein gnostisches, halbchristliches, sondern ein rein heidnisches Fest darstellt. »Gnostiker hatten im κορεῖον Alexandriens schwerlich etwas zu suchen«, sagt Lagarde mit Recht. Die Schilderung setzt deutlich die Bauart des späteren ägyptischen Tempels[4] voraus. Denn der μεσαίτατος ναός, der dabei erwähnt wird, ist jener sogenannte große Sitz, der erst in griechischer Zeit an diese Stelle verlegt wird. Auch der siebenmalige

[1] Panarion haer. 51, 22, 8ff.; II 285, 10ff. Holl ἐν πολλοῖς τόποις ἑορτὴν μεγίστην ἄγουσιν ἐν αὐτῇ τῇ νυκτὶ τῶν Ἐπιφανείων ... πρῶτον μὲν ἐν Ἀλεξανδρείᾳ ἐν τῷ Κορείῳ ⟨οὕ⟩τω καλουμένῳ· ναὸς δέ ἐστι μέγιστος τουτέστιν τὸ τέμενος τῆς Κόρης. ὅλην γὰρ τὴν νύκτα ἀγρυπνήσαντες ἐν ᾄσμασί τισι καὶ αὐλοῖς τῷ εἰδώλῳ ᾄδοντες καὶ παννυχίδα διατελέσαντες μετὰ τὴν τῶν ἀλεκτρυόνων κλαγγὴν κατέρχονται λαμπαδηφόροι εἰς σηκόν τινα ὑπόγαιον καὶ ἀναφέρουσι ξόανόν τι ξύλινον ⟨ἐν⟩ φορείῳ καθεζόμενον γυμνόν, ἔχον σφραγῖδά τινα σταυροῦ ἐπὶ τοῦ μετώπου διάχρυσον καὶ ἐπὶ ταῖς ἑκατέραις χερσὶν ἄλλας δύο τοιαύτας σφραγῖδας καὶ ἐπ' αὐτοῖς τοῖς δυσὶ γονάτοις ἄλλας δύο, ὁμοῦ δὲ [τὰς] πέντε σφραγῖδας ἀπὸ χρυσοῦ τετυπωμένας, καὶ περιφέρουσιν αὐτὸ τὸ ξόανον ἑπτάκις κυκλώσαντες τὸν μεσαίτατον ναὸν μετὰ αὐλῶν καὶ τυμπάνων καὶ ὕμνων καὶ κωμάσαντες καταφέρουσιν αὐτὸ αὖθις εἰς τὸν ὑπόγαιον τόπον. ἐρωτώμενοι δὲ ὅτι τί ἐστι τοῦτο τὸ μυστήριον ἀποκρίνονται καὶ λέγουσιν ὅτι ταύτῃ τῇ ὥρᾳ σήμερον ἡ Κόρη (τουτέστιν ἡ παρθένος) ἐγέννησε τὸν Αἰῶνα.

[2] Weihnachtsfest² S. 28.

[3] Vgl. Lagarde, Altes und Neues über das Weihnachtsfest Cumont, Comptes rendus de l'acad. des inscr. et belles-lettres. 1911. S. 295, Anm. 6 A. Meyer, Das Weihnachtsfest S. 207 Bousset, Kyrios Christos S. 333 H. Gressmann, Das Weihnachtsevangelium S. 36.

[4] Vgl. A. Erman, Die ägyptische Religion² S. 232f.

Umzug ist gut ägyptisch[1]. Ebenso möchte man die Kreuzeszeichen des Götterbildes am liebsten für ägyptische Henkelkreuze erklären. Hier stellt sich jedoch, wie Hr. Erman mich belehrt, ein gewisses Hindernis ein. Sonst findet sich auf dem Götterbild nur ein Lebenszeichen, und zwar hält es der Gott in der Hand. Bei Epiphanius aber sind es nicht nur fünf Kreuze, sondern sie sollen auch noch an Stirn, Händen und Beinen angebracht sein. Aber daraus geht höchstens hervor, daß griechischer Einfluß auf die Gestaltung der Feier eingewirkt hat; die Einmischung von Christlich-gnostischem kommt nicht in Frage.

Gerade der Versuch, das von Epiphanius geschilderte Fest als ein rein heidnisches zu begreifen, hat jedoch Bedenken darüber entstehen lassen, ob Epiphanius nicht mit seiner Verlegung der Feier auf den 6. Januar einem Irrtum anheimgefallen sei. Hr. Cumont[2] hat das bisher mißachtete Gregorscholion eines Bodleianus[3] zu Ehren gebracht, indem er den Kommentar des Kosmas zu Gregor von Nazianz[4] als seine Quelle nachwies und seine Angaben durch weitere Belege stützte. Dort ist eine heidnische Feier der Wintersonnenwende beschrieben, deren Festruf merkwürdig an den von Epiphanius überlieferten anklingt[5]. Als Tag der Feier ist jedoch — was Hr. Cumont übersehen hatte — bereits im Kosmasscholion unzweideutig der 25. Dezember angegeben[6]. Eben dieser Ansatz wird aber für Ägypten durch

[1] Vgl. z. B. Plutarch de Is. et Os. c. 52; 372 C ἔτι δὲ τὸν βοῦν ⟨ἑπτάκις⟩ ὑπὸ τροπὰς χειμερινὰς περὶ τὸν ναὸν περιφέρουσιν … τοσαυτάκις δὲ περίεισιν ὅτι τὴν ἀπὸ τροπῶν χειμερινῶν ἐπὶ τροπὰς θερινὰς ἑβδόμῳ μηνὶ συμπεραίνει.

[2] Comptes rendus de l'acad. des inscr. et belles-lettres. 1911. S. 292 ff.

[3] Am bequemsten zugänglich bei Lobeck, Aglaophamus II 1227. — Usener (Weihnachtsfest² S. 32 Anm. 14) hatte es als wertlos beiseite geworfen.

[4] Fr. Boll hat mich brieflich darauf aufmerksam gemacht, daß die beiden Texte sich nicht ohne weiteres decken. Der des Bodleianus ist reicher. Ich veranschauliche das Verhältnis, indem ich sie nebeneinander setze und das Mehr des Bodleianus durch den Druck hervorhebe.

Bodleianus.	Kosmas.
ταύτην ⟨τὴν⟩ ἑορτὴν Ἕλληνες ἦγον **ἐτήσιον** ἔκπαλαι καθ' ἣν **ἐτέχθη Χριστός, ἡμέραν αὐξίφωτον καλοῦντες.** ἐτελοῦντο δὲ κατὰ τὸ μεσονύκτιον ἀδύτοις ὑπεισερχόμενοι, ὅθεν ἐξιόντες ἔκραζον· Ἡ παρθένος τέτοκεν, αὔξει φῶς.	ταύτην ἦγον ἔκπαλαι [δὲ] τὴν ἡμέραν ἑορτὴν Ἕλληνες καθ' ἣν ἐτελοῦντο κατὰ τὸ μεσονύκτιον Ἕλληνες [ἐν] ἀδύτοις τισὶν ὑπεισερχόμενοι, ὅθεν ἐξιόντες ἔκραζον· Ἡ παρθένος ἔτεκεν, αὔξει φῶς.

Man erkennt auf den ersten Blick, daß der Text bei Kosmas verstümmelt ist. Erst der Zuschuß des Bodleianus macht den Satz verständlich.

[5] Übrigens auch an den Festruf von Eleusis, vgl. Hippolyt V 8, 40; S. 96, 14 ff. Wendland ὁ ἱεροφάντης … ἐν Ἐλευσῖνι … τελῶν τὰ μεγάλα καὶ ἄρρητα μυστήρια βοᾷ καὶ κέκραγε λέγων· Ἱερὸν ἔτεκε πότνια κοῦρον, Βριμὼ Βριμόν τουτέστιν ἰσχυρὰ ἰσχυρόν.

[6] Vgl. das καθ' ἣν ἐτέχθη Χριστός in Anm. 3.

ein urkundliches, unzweifelhaft von dorther stammendes Zeugnis bestätigt. Das sogenannte Kalendarium des Antiochus enthält zum 25. Dezember den Vermerk: Ἡλίου γενέθλιον· αὔξει φῶς[1]. Nimmt man nun noch die Mitteilung des Macrobius[2] hinzu, daß die Ägypter bei der Wintersonnenwende das Bild eines kleinen Kindes, das die Sonne darstellen sollte, aus dem Adyton hervorgeholt hätten, so hat man eine ägyptische Feier der Wintersonnenwende am 25. Dezember vor sich, die der bei Epiphanius beschriebenen in der Tat recht ähnlich[3] sieht.

Der Verdacht gegen Epiphanius steigert sich noch von einem andern Punkt her. Er hat an seinen Bericht über das alexandrinische Fest noch die Bemerkung angeknüpft, daß auch in Petra und Elusa in derselben Nacht die Geburt des Dusares von der Χααμοῦ = Κόρη = Παρθένος gefeiert werde[4]. Hr. Cumont hat nun bereits Belege dafür gesammelt, daß tatsächlich in Syrien und Arabien die Geburt des Sonnengottes aus einer Παρθένος, der Virgo caelestis, begangen wurde. Wiederum kommt man aber auf den 25. Dezember. Die Zeugnisse für diesen Tag lassen sich, wenigstens was Syrien anbelangt, sogar noch über das von Hrn. Cumont Gebotene hinaus vermehren. Ephrem Syrus weiß es nicht anders, als daß die Wintersonnenwende auf den 25. Dezember fällt[5]. Und wenn man bei ihm noch zweifeln könnte, ob dieser Tag in vorchristlicher Zeit auch wirklich begangen wurde, so wird

[1] Fr. Boll, Griechische Kalender. I. Das Kalendarium des Antiochos (Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. 1910, 16. Abh. S. 16). — Fr. Boll hat mir mitgeteilt, daß er seine Behauptung, die Wintersonnenwende des 25. Dezember sei bei den Ägyptern nicht gefeiert worden (S. 43 Anm. 40), nicht mehr aufrechterhalten möchte.

[2] Saturn. I 18, 9 hae autem aetatum diversitates ad Solem referuntur, ut parvulus videtur hiemali solstitio, qualem Aegyptii proferunt ex adyto die certa, quod tunc brevissimo die veluti parvus et infans videatur.

[3] Der wichtigste Unterschied betrifft das dabei verwendete Gottesbild. Nach Macrobius stellt das beim Geburtsfest der Sonne hervorgeholte Bild ein kleines Kind dar, und so entspricht es der Bedeutung des Festes. Bei Epiphanius dagegen, wo das Gottesbild auf einer Bahre getragen wird und die einzelnen Glieder mit Kreuzen geschmückt sind, erhält man eher den Eindruck, daß es sich um eine ausgewachsene Gestalt handelte.

[4] Panarion haer. 51, 22, 11; II 286, 7 ff. Holl τοῦτο δὲ καὶ ἐν Πέτρᾳ τῇ πόλει (μητρόπολις δέ ἐστι τῆς Ἀραβίας, ἥτις ἐστὶν Ἐδὼμ ἡ ἐν ταῖς γραφαῖς γεγραμμένη) ἐν τῷ ἐκεῖσε εἰδωλείῳ οὕτως γίνεται, καὶ Ἀραβικῇ διαλέκτῳ ἐξυμνοῦσι τὴν παρθένον, καλοῦντες αὐτὴν Ἀραβιστὶ Χααμοῦ τουτέστιν Κόρην εἴτουν παρθένον καὶ τὸν ἐξ αὐτῆς γεγεννημένον Δουσάρην τουτέστιν μονογενῆ τοῦ δεσπότου. τοῦτο δὲ καὶ ἐν Ἐλούσῃ γίνεται τῇ πόλει κατ᾽ ἐκείνην τὴν νύκτα, ὡς ἐκεῖ ἐν τῇ Πέτρᾳ καὶ ἐν Ἀλεξανδρείᾳ.

[5] Vgl. hymn. 1 in Epiph. Strophe 11; I 10 Lamy und die bei Epiphanius (Panarion haer. 51, 22, 7; II 284, 20 ff. Holl) erhaltene Stelle aus seinen ἐξηγήσεις: οὕτως γὰρ ᾠκονομήθη ἡ τοῦ κυρίου ἡμῶν Ἰησοῦ Χριστοῦ παρουσία, ἡ κατὰ σάρκα γέννησις εἴτ᾽ οὖν τελεία ἐνανθρώπησις, ὃ καλεῖται Ἐπιφάνεια, ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς τοῦ φωτὸς αὐξήσεως ἐπὶ δέκα τριῶν ἡμερῶν διαστήματι.

eben dies durch spätere christlich-syrische Schriftsteller in aller Form bezeugt. Sie streiten sich nur darüber, ob die christliche Kirche von dem heidnischen Fest des 25. Dezember die Anregung zu ihrem Weihnachtsfest erhalten hätte[1]; aber daß es ein solches in früherer Zeit gegeben habe, wird allerseits eingeräumt[2].

Diese Feststellungen sind ohne Frage von hohem Wert für die Geschichte des Weihnachtsfestes. Sie zeigen, daß im Osten, d. h. in Syrien und Ägypten[3], der 25. Dezember als Tag der Wintersonnenwende schon lange bedeutungsvoll war, ehe ihn die römische Kirche zum christlichen Festtag umschuf[4].

Aber es wäre nun doch voreilig, aus der Ähnlichkeit der Feier zu schließen, daß das von Epiphanius beschriebene Fest im Κορεῖον in Wahrheit am 25. Dezember stattgefunden und der Geburt des Sonnengottes gegolten hätte. Epiphanius darf mit seinen Angaben über heidnisch-gottesdienstliche Bräuche in Ägypten ein höheres Maß

[1] Leidenschaftlich bestritten wird die Abhängigkeit der Kirche von dem heidnischen Brauch durch Mar Toma bei Diettrich, Bericht über neuentdeckte handschriftliche Urkunden zur Gesch. d. Gottesdienstes in der nestor. Kirche (Nachr. d. Gött. Ges. d. Wiss. 1909, S. 200 f.); dagegen gesteht sie das Scholion zu Bar Salibi (Usener, Weihnachtsfest² S. 349) unbefangen zu.

[2] R. Eislers Versuch (Arch. f. Rel. Wiss. 1912, S. 628 ff.), einen »Geburtstag der Zeit« für Nordarabien nachzuweisen, arbeitet mit einer späten, sehr trüben Nachricht. Wenn man dieser überhaupt einen Wert beilegt, so wäre vielleicht eher ein Einfluß des ägyptischen Festes vom 6. Januar auf das arabische vom 25. Dezember anzunehmen. Man hätte dann nur in Arabien die ägyptische Feier der Geburt des Aion auf den als Geburtsfest der Sonne längst anerkannten 25. Dezember verlegt.

[3] Es ist beachtenswert, daß auch die von Epiphanius benutzte konstantinopolitanische Konsulsliste, die noch den 6. Januar als Geburtstag Christi angibt, den 25. Dezember als Tag der Wintersonnenwende für die Berechnung verwendet. Sie verzeichnet zum 6. Januar: τούτων ὑπατευόντων, φημὶ δὲ Ὀκταυίου τὸ τρισκαιδέκατον καὶ Σιλανοῦ, ἐγεννήθη Χριστὸς τῇ πρὸ ὀκτὼ εἰδῶν Ἰανουαρίων μετὰ δεκατρεῖς ἡμέρας τῆς χειμερινῆς τροπῆς καὶ τῆς τοῦ φωτὸς καὶ ἡμέρας προσθήκης (Panarion haer. 51, 22, 4; II 284, 7 ff. Holl). — Von dieser Konsulsliste aus — über ihr Verhältnis zu der Überlieferung in der Consularia Constantinopolitana und im Chronicon paschale vgl. meine Bemerkung zu haer. 51, 22, 24; II 290, 5 ff. — erweist sich übrigens die von Usener (Weihnachtsfest² S. 377 ff.) gebilligte Nachricht Ananias' des Rechners über die Zeit der Einführung des Weihnachtsfestes in Konstantinopel als wertlos. Wenn noch ums Jahr 376 die konstantinopolitanische Konsulsliste die Geburt Christi auf den 6. Januar setzt, so kann nicht Konstantius das Weihnachtsfest am kaiserlichen Hofe zugelassen haben.

[4] Der Zeitpunkt, in dem Rom mit dem 25. Dezember zu rechnen anfing, muß dank Duchesnes scharfsinniger Beobachtung bei der Depositio martyrum im Chronographen von 354 vor das Jahr 336 angesetzt werden. Indes hat Usener (Weihnachtsfest² S. 377) mit Recht betont, daß aus der Verwertung des 25. Dezember als Jahresanfang noch nichts für eine kirchliche Begehung des Tages folge. Hr. Jülicher hat gegen diese Unterscheidung Bedenken geäußert (Gött. Gel. Anz. 1916, S. 735 f.). Aber ich hoffe, der Hinweis auf die eben genannte Konsulsliste, auf Ephrem Syrus und Epiphanius wird auch ihn davon überzeugen, daß man mit dem 25. Dezember in der Kirche rechnen konnte, ohne ihn gleichzeitig zu feiern.

von Glaubwürdigkeit beanspruchen, als ihm sonst zuerkannt wird. Er ist in jungen Jahren längere Zeit selbst in Ägypten gewesen und hat dort gerade auf diese Dinge scharf geachtet. Ich erinnere nur an sein reichhaltiges, freilich bis jetzt kaum ausgenütztes Kapitel über die Mysterienfeiern in den verschiedenen Städten Ägyptens (de fide c. 11 f.). In unserm Fall aber ist ein Irrtum über den Tag durch die Form, in der er berichtet, so gut wie ausgeschlossen.

Epiphanius hat in dem Abschnitt, der unsere Schilderung enthält, zuerst vom 25. Dezember als dem Tag der Wintersonnenwende gesprochen und hervorgehoben, daß die Heiden ihn durch ein Fest auszeichneten. Es heiße bei den Römern Saturnalien, bei den Ägyptern Κρόνια, bei den Alexandrinern Κικέλλια[1] (haer. 51, 22, 5; II 284, 10ff. Holl). Er findet es dann bemerkenswert, daß die Geburt Christi gerade auf den 13. Tag nach der Wintersonnenwende falle und deutet die Zahl, unter Anführung einer Stelle aus Ephrem Syrus, auf Christus und seine zwölf Apostel[2]. So erscheint das Geburtsfest Christi am 6. Januar gewissermaßen als der Tag, auf den der Jahresanfang hinzielt. Auch diesen Tag, fährt er dann fort, müßten die Heiden halb unfreiwillig in seiner Bedeutung anerkennen. Hieran schließt sich dann die Schilderung des Festes im Κορεῖον.

So bestimmt wie möglich unterscheidet Epiphanius demnach heidnische Festfeiern vom 25. Dezember und solche vom 6. Januar. Und es fällt dabei noch besonders ins Gewicht, daß er in beiden Fällen ägyptische Feste nennt; das eine Mal die Κρόνια und die Κικέλλια, das zweite Mal unser Fest. Danach muß er doch eine ganz bestimmte Erinnerung daran gehabt haben, daß das Fest im Κορεῖον nicht mit jenen andern zusammenfiel.

Die Neigung, den Epiphanius einer Verwechslung zu zeihen, ist immer aus dem Bestreben erwachsen, den Gott, dessen Geburt am 6. Januar gefeiert wurde, einem bekannteren Gott gleichzusetzen[3]: sei es nun der Sonnengott, oder, wie Jablonski und Lagarde wollten[4], Osiris, oder, wie Bousset und A. Meyer[5] annehmen, Dionysos. Allein der Gott, um den es sich bei Epiphanius handelt, heißt weder so noch so, son-

[1] Daß Epiphanius gerade sie erwähnt, ist ein weiterer Beleg für die Zuverlässigkeit seiner Angaben. Die Κικέλλια sind außer bei ihm nur noch im Canopusdekret genannt.

[2] Im Hintergrund steht natürlich bei Epiphanius und Ephrem die Bedeutung, die das Altertum der Zahl 13 beimaß, vgl. O. Weinreich, Triskaidekadische Studien (Rel. gesch. Versuche und Vorarbeiten XVI 1. 1916).

[3] H. Gressmann (Das Weihnachtsevangelium. 1914. S. 36 Anm. 2) hat hier anerkennenswerte Zurückhaltung geübt.

[4] Lagarde, Altes und Neues über das Weihnachtsfest S. 302 Anm. 1.

[5] Bousset, Kyrios Christos S. 333ff., A. Meyer, Das Weihnachtsfest S. 20f und Deutsche Lit. Zeit. 1915 S. 698. Bousset hat die Schwierigkeiten, die sich bezüglich des Tags der Feier ergeben, überhaupt nicht beachtet. A. Meyer will den 6. Januar

dern Αἰών. Und es gibt hinreichende Belege dafür, daß der Αἰών nicht nur bei den Orphikern und Gnostikern, im Parsismus und im Mithrasdienst[1], sondern auch in Ägypten eine selbständige religiöse Größe darstellte.

Zuvörderst kommt hierfür eine mehrfach geprägte alexandrinische Münze des Antoninus Pius[2] in Betracht. Sie zeigt auf ihrer Rückseite den mit dem Strahlenkranz versehenen Phönix, dazu die Beischrift Αιων. Sachlich gehört sie näher zusammen mit jenen andern Kaisermünzen, die den Phönix entweder allein oder als Attribut einer Verkörperung der Aeternitas aufweisen. Der Sinn der Darstellung leuchtet ohne weiteres ein. Der als Phönix abgebildete Αἰών bedeutet die im regelmäßigen Wechsel (oder durch das glückliche Walten des Herrschers) sich verjüngende Zeit. Die Veranschaulichung durch den Phönix macht aber zugleich greifbar deutlich, an welche einheimischen Vorstellungen der Begriff des Αἰών in Ägypten anknüpfte.

Bestimmteres geben zwei auf Damascius zurückgehende Stellen bei Suidas.

Unter dem Stichwort Ἐπιφάνιος (I 2, 481 f. Bernhardy) wird von einem Alexandriner dieses Namens erzählt, der sich ebenso wie ein gewisser Euprepius durch besondere Kunde der alexandrinischen Weihen auszeichnete. Es heißt von ihnen:

τῶν μὲν Περσικῶν καλουμένων ὁ Εὐπρέπιος ἐξάρχων, τῶν δὲ ἀμφὶ τὸν Ὄσιριν ὁ Ἐπιφάνιος. οὐ μόνον δὲ ἀλλὰ καὶ τῶν τοῦ Αἰῶνος ὑμνουμένου θεοῦ, ὃν ἔχων εἰπεῖν ὅστις ἐστὶν ὅμως οὐ γράφω κατά γε τὴν παροῦσαν ταύτην ὁρμήν. ὁ δὲ Ἐπιφάνιος ἐξηγεῖτο καὶ τῶνδε τῶν ἱερῶν.

Dazu kommt noch die zweimal, unter dem Stichwort Διαγνώμων (I 1, 1270) und unter Ἡραΐσκος (I 2, 871 ff.) vorgeführte Mitteilung über Heraiskos. Der hätte die wunderbare Gabe besessen, belebte und unbelebte Götterbilder voneinander zu unterscheiden. Das habe sich im bestimmten Fall bewährt. Denn (I 2, 873 Bernhardy):

οὕτω διέγνω τὸ ἄρρητον ἄγαλμα τοῦ Αἰῶνος ὑπὸ τοῦ θεοῦ κατεχόμενον ὃν Ἀλεξανδρεῖς ἐτίμησαν Ὄσιριν ὄντα καὶ Ἄδωνιν ὁμοῦ κατὰ μυστικὴν ὡς ἀληθῶς φάναι θεοκρασίαν[3].

festhalten, weil er ihm für seine Deutung auf Dionysos unentbehrlich erscheint, nimmt aber gleichzeitig an, daß der Kult im Koreion — wann? — vom 6. Januar auf den 25. Dezember übergegangen sei (Weihnachtsfest S. 21).

[1] Vgl. Cumont, Textes et monuments figurés relatifs aux mystères de Mithra I 76 ff.

[2] Der Catalogue of the Greek coins in the British Museum t. XV Alexandria Pl. XXVI 1004 verzeichnet ein Stück aus dem 6. Jahr des Antoninus Pius. Das Berliner Münzkabinett besitzt drei Stücke aus dem 2. Jahr. — Auf diese Münze haben mich zuerst die HH. Erman und Dressel aufmerksam gemacht. Sie findet sich jedoch schon verwertet in der für ihre Zeit sehr gründlichen Abhandlung von Piper, Mythologie der christlichen Kunst I 446 ff. — Über den Phönix vgl. jetzt namentlich Fr. Schöll, Vom Vogel Phönix (1890) und den gediegenen Artikel in Roscher.

[3] Bousset, der (Kyrios Christos S. 334 Anm. 1) diese Stelle anführt, gibt sie in der Form wieder: τὸ ἄρρητον ἄγαλμα τοῦ Αἰῶνος ... ὃ (so druckt Bousset, ich weiß

Beide Stellen lehren übereinstimmend, daß der Αἰών weder mit Osiris noch mit irgendwelchem anderen Gott zusammengeworfen werden darf. Denn wenn im ersten Fall gesagt wird, daß Epiphanius sich nicht nur auf die Osiris-, sondern auch auf die Aionmysterien verstand und zum Überfluß noch der Αἰών selbst Gott genannt wird, so ist doch so deutlich wie nur irgend möglich ausgesprochen, daß der Αἰών eine selbständige Gottheit neben Osiris war und seine besondere Verehrung genoß. Damit besitzen wir also ein ausdrückliches Zeugnis für Mysterien der Art, wie sie im Κορεῖον zu Alexandria gefeiert wurden. — Die zweite Stelle bekräftigt die Unterscheidung von Aion und Osiris, fügt aber noch einen neuen Zug hinzu. Es ist ja nicht sein eigenes Bild, das Osiris-Adonis mit seinem belebenden Hauch erfüllt[1], sondern das des Αἰών. Demnach gab es Bilder des Αἰών, die als solche Gegenstand der Verehrung waren. Damascius kennt sie offenbar aus persönlicher Anschauung; er wagt es nur nicht, sie vor Uneingeweihten näher zu beschreiben[2]. Man mag aus dem Umstand, daß Damascius beide Male den Osiris im Zusammenhang mit dem Αἰών erwähnt, auf eine gewisse — für uns undurchsichtige — Beziehung zwischen den betreffenden Mysterien schließen; aber nur eine hastige Auslegung kann den Worten des Damascius die Einerleiheit der beiden Gottheiten selbst entnehmen. Die Schlußbemerkung an der zweiten Stelle, die immer zu diesem Mißverständnis verleitet hat, schiebt vielmehr dagegen noch einmal einen Riegel vor. Damascius stellt eine »mystische Theokrasie« zwischen Osiris und Adonis fest, aber nicht ebenso zwischen Osiris und Aion[3]. Und vielleicht ist es sogar möglich, das Dunkel, das Damascius absichtlich über den alexandrinischen Aionbildern hat bestehen lassen, noch einigermaßen aufzuhellen. Im Utrechter Psalter, dessen Bilder, wie Hr. Goldschmidt und Gräven gezeigt haben, auf alte, vielleicht auch ägyptische Vorlagen

nicht, ob aus Versehen oder in Anlehnung an den, jedenfalls schlechteren Text s. v. Διαγνώμων) Ἀλεξανδρεῖς ἐτίμησαν Ὄσιριν ὄντα καὶ Ἄδωνιν ὁμοῦ. Hier sind gerade die wichtigsten Worte ausgelassen. So umgeformt kann die Stelle allerdings zum Beleg dienen, daß der Aion = Osiris sei. Vor Bousset hat indes bereits Reitzenstein (Poimandres S. 276) ohne weiteres auf Grund unserer Stelle die Gleichsetzung vollzogen.

[1] So glaube ich die Worte ὑπὸ τοῦ θεοῦ κατεχόμενον verstehen zu müssen; vgl. im Vorhergehenden ὥσπερ ὑπὸ τοῦ θεοῦ κατάσχετος und ἄψυχον ἦν ἐκεῖνο τὸ ἄγαλμα καὶ ἄμοιρον θείας ἐπιπνοίας. In Erinnerung an ägyptische (und griechische) Götterbilder könnte man auch daran denken, den Ausdruck in dem Sinn zu verstehen »von dem Gott in der Hand gehalten«. Sprachlich wäre das wohl möglich. Aber der Zusammenhang legt die erstere Bedeutung näher.

[2] Das Bild des Osiris-Adonis hat Damascius anderwärts andeutend beschrieben vita Isidori bei Photius cod. 242; Migne 103, 1276 B θεσπέσιον δή τι καὶ ὑπερφυές, οὐ γλυκείαις χάρισιν, ἀλλὰ βλοσυραῖς ἀγαλλόμενον. κάλλιστον δ᾽ ὅμως ἰδεῖν καὶ οὐδὲν ἧττον ἐπὶ τῷ βλοσυρῷ τὸ ἤπιον ἐπιδεικνύμενον.

[3] Vgl. in der ersten Stelle ὃν ἔχων εἰπεῖν ὅστις ἐστὶν ὅμως οὐ γράφω κατά γε τὴν παροῦσαν ταύτην ὁρμήν und in der zweiten τὸ ἄρρητον ἄγαλμα.

zurückgehen, findet sich eine Darstellung des Αἰών in der Gestalt eines nackten Mannes mit einer Schlange oder einem Maß in der Hand[1]. Das trifft mit den Angaben des Epiphanius nicht nur in dem Punkt zusammen, daß der Αἰών — im Unterschied von den orphischen und mithriacistischen Abbildungen — als Mensch aufgefaßt, sondern namentlich auch darin, daß die Figur nackt war. Darnach ist es wohl erlaubt, das Bild des Utrechter Psalters zur Verdeutlichung der Schilderung des Epiphanius zu benutzen.

Aber auch der Tag, auf den Epiphanius das Geburtsfest des Αἰών verlegt, wird durch ein von ihm unabhängiges Zeugnis genau bestätigt. Laurentius Lydus bringt de mensibus IV 1; S. 64, 6 ff. Wünsch die für uns kostbare Nachricht: Λογγῖνος δὲ Αἰωνάριον αὐτὸν (sc. den Janus) ἑρμηνεῦσαι βιάζεται ὡσεὶ τοῦ Αἰῶνος πατέρα, ἢ ὅτι ἕνον τὸν ἐνιαυτὸν Ἕλληνες εἶπον ... ἢ ἀπὸ τῆς ἴας ἀντὶ τοῦ τῆς μιᾶς κατὰ τοὺς Πυθαγορείους. ὅθεν ὁ Μεσσαλᾶς τοῦτον εἶναι τὸν Αἰῶνα νομίζει. καὶ γὰρ ἐπὶ τῆς πέμπτης τοῦ μηνὸς τούτου ἑορτὴν Αἰῶνος ἐπετέλουν οἱ πάλαι. Reitzenstein hat allerdings (Poimandres S. 274) hinter ἐπὶ τῆς πέμπτης ein πρὸ εἰδῶν zur Erklärung eingeschaltet, um dann das so auf den 9. Januar verlegte Fest mit den Agonalien gleichzusetzen. Aber diese Ergänzung, der zu meiner Verwunderung auch G. Wissowa[2] zugestimmt hat, ist mehr als willkürlich. Man braucht nur etwas in Laurentius Lydus zu blättern, um sich davon zu überzeugen, daß ein Ausdruck wie ἐπὶ τῆν πέμπτης ⟨πρὸ εἰδῶν⟩ τοῦ μηνὸς τούτου bei ihm so gut wie sonst überall unerhört wäre. Auch Lydus gebraucht entweder die römische Form der Tagesbezeichnung unter Anwendung der Kardinalzahl, so IV 9: S. 73, 23 πρὸ τεσσάρων Νωνῶν Ἰανουαρίων IV 16; S. 78, 14 πρὸ δέκα ὀκτὼ Καλενδῶν Φεβρουαρίων IV 18; S. 79, 4 πρὸ δεκαπέντε Καλενδῶν Φεβρουαρίων usw. oder zählt er — weit seltener — die Tage nach griechischer Weise durch; dann steht die Ordinalzahl, so z. B. IV 42; S. 98, 22 κατὰ δὲ τὴν πρώτην τοῦ Μαρτίου μηνός IV 138; S. 163, 3 τῇ πέμπτῃ τοῦ Ὀκτωβρίου μηνός IV 151; S. 168, 21 ἀπὸ δὲ τῆς πεντεκαιδεκάτης τοῦ Νοεμβρίου. Aber eine Vermengung von beidem findet niemals statt: ἐπὶ τῆς πέμπτης τοῦ μηνὸς τούτου kann nur den 5. Januar bezeichnen. — Nicht ebenso sicher ist die Frage zu entscheiden, wem diese ganze Bemerkung: καὶ γὰρ ἐπὶ τῆς πέμπτης τοῦ μηνὸς τούτου ἑορτὴν Αἰῶνος ἐπετέλουν οἱ πάλαι zugehört. Reitzenstein schreibt sie dem Longinus zu; mir scheint sie eher auf Lydus selbst zurückzugehen. Indes kommt hierauf für uns nicht allzuviel an. Das Wichtige ist, daß wir hier ein Fest des Αἰών zum 5. Januar in aller Form bezeugt finden.

[1] Vgl. H. Gräven, Die Vorlage des Utrechtpsalters (Repertorium für Kunstwissenschaft XXI). Berlin 1898 S. 32 f.

[2] Religion und Kultus der Römer ², S. 103 Anm. 5.

Gegenüber der Unterstützung, die die Aussagen des Epiphanius auf allen Punkten finden, bedeutet es nun keine ernsthafte Schwierigkeit, daß sich bei dieser Auffassung für die Κόρη-Παρθένος, die den Αἰών gebiert, kein bestimmter Name angeben läßt. Denn vielleicht hat sie überhaupt keinen solchen getragen. Das Fest der Wintersonnenwende, von dem wir herkommen, ist hierfür lehrreich. Die junge Sonne wird gleichfalls von einer Παρθένος, der Virgo caelestis, geboren. Aber das ist vielfach ihre einzige Bezeichnung oder, wo sie mit einer andern Gottheit geglichen wird, ergeben sich fast immer Widersprüche in deren Wesen[1]. So mochte man auch für den stetig sich verjüngenden Αἰών, der doch nur die Verpersönlichung eines Gedankens ist, eine Κόρη als Erzeugerin gefordert haben, ohne sich dabei überhaupt etwas Faßbares vorzustellen[2].

Noch weniger bereitet es ein Hindernis, daß das Geburtsfest des Αἰών mit dem ihm der Sache nach verwandten Geburtsfest der Sonne zeitlich so hart zusammenstößt. Denn der ägyptische Kalender ist an derartigen Unebenheiten nicht arm. Die unsrige ist noch nicht einmal die stärkste. Es geht noch weit darüber hinaus, wenn der Kalender des Antiochos harmlos die Wintersonnenwende zum 22. und daneben das Ἡλίου γενέθλιον zum 25. Dezember verzeichnet[3]. Wie viele Widersprüche die ägyptischen Göttergeburtsfeste untereinander aufweisen, daran braucht bloß erinnert zu werden[4].

Mit alledem ist jedoch erst sichergestellt, daß in Ägypten tatsächlich in der Nacht vom 5./6. Januar die Geburt eines Gottes durch eine Παρθένος feierlich begangen wurde. Die Frage, wie die christliche Kirche dazu kam, ihrem Fest des gleichen Tages außerdem noch die Bedeutung eines Tauffestes und einer Erinnerung an die Hochzeit zu Kana zu geben, harrt immer noch der Lösung.

Aber auch hierfür kommt Epiphanius zu Hilfe. Er bringt im selben Zusammenhang, nur ein paar Kapitel später, noch eine weitere Nachricht, die die neueren Forscher[5] ganz übersehen haben. Nach-

---

[1] Vgl. Cumont a. a. O. S. 296.

[2] Die Frage, wie sich das Aionfest in Alexandria zu dem Dusaresfest in Petra und Elusa verhielt, scheint mir noch nicht spruchreif. Schon das Wesen des Dusares — wieweit Sonnengott, wieweit Fruchtbarkeitsgott, wieweit mit andern Göttern geglichen? — ist bis jetzt zu wenig aufgeklärt, als daß man eine Entscheidung über die Angaben des Epiphanius wagen dürfte. Bezüglich der Χααμοῦ hat B. Moritz soeben (Der Sinaikult in vorchristlicher Zeit, Abh. Gött. Ges. d. Wiss. 1916. S. 18) Mitteilungen gemacht, die die von Epiphanius gebrauchte Wortform als richtig bestätigen.

[3] Vgl. Fr. Boll, Das Kalendarium des Antiochos (Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. 1910, 16. Abh. S. 16).

[4] Vgl. Die Zusammenstellungen von Krall (Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1881, S. 856f.).

[5] Jablonski hatte sie beachtet Opuscula II 259f., III 366.

dem er am Schluß des 29. Kapitels aufs neue festgestellt hat, daß die Hochzeit zu Kana genau am 30. Geburtstag Jesu stattfand, führt er im folgenden Kapitel wiederum Tatsachen vor, die das dort Geschehene »zum Zeugnis für die Ungläubigen« noch in der Gegenwart bestätigen. Das Kanawunder wiederholt sich an eben jenem Tag vielerorts bei Quellen und Strömen. So im karischen Kibyra: Epiphanius hat selbst aus der dortigen Quelle getrunken. Aber auch in Gerasa, wie ihn christliche Brüder versichert haben. Dann fährt er fort (haer. 51, 30, 3: II 301, 14 ff. Holl):

πολλοὶ δὲ καὶ ἐν Αἰγύπτῳ περὶ τοῦ Νείλου τοῦτο μαρτυροῦσιν. διόπερ ἐν τῇ ἑνδεκάτῃ τοῦ τυβὶ κατ᾽ Αἰγυπτίους πάντες ὑδρεύονται ὕδωρ καὶ ἀποτιθέασιν ἐν αὐτῇ τῇ Αἰγύπτῳ καὶ ἐν πολλαῖς πατρίσιν.

Es ist wohl kaum nötig, ausdrücklich festzustellen, daß Epiphanius an dieser Stelle über eine Sitte und einen Glauben berichten will, der bei den heidnischen Ägyptern bestand. Das zeigt schon der mit Überlegung gewählte Ausdruck κατ᾽ Αἰγυπτίους πάντες = alle in Ägypten[1]. Epiphanius vermeidet durch diese Fassung die Übertreibung, als ob jeder einzelne Ägypter es täte; anderseits kann er aber damit auch nicht nur den engeren Kreis der Christen in Ägypten meinen. In diesem Fall wäre eine Näherbestimmung des πάντες unerläßlich gewesen. Denn soweit waren die Dinge in Ägypten damals längst noch nicht, daß das ägyptische Volk und die Christen einfach hätten gleichgesetzt werden können. Aber auch sachlich ist die Beziehung auf die Christen ausgeschlossen. Wenn Epiphanius auf die christliche Sitte des Wasserschöpfens am 6. Januar hätte anspielen wollen, so hätte er sie unmöglich als etwas eigentümlich Ägyptisches hinstellen können, und noch weniger wäre verständlich, wie ein rein christlicher Brauch und ein damit verbundener christlicher Glaube im gleichen Sinne wie das Quellwunder in Kibyra und in Gerasa als »Zeugnis für die Ungläubigen« dienen sollte.

Die Volkssitte, über die Epiphanius somit berichtet, stimmt aber auch aufs beste zu einem Grundzug der ägyptischen Frömmigkeit. In Ägypten, dem klassischen Land der Verehrung des Nil und des Wassers überhaupt, hat jenes feierliche Wasserschöpfen seine ursprüngliche Heimat[2]. Von da aus ist es in die christliche Kirche gelangt. Und es bedarf wohl nicht vieler Worte, um darzulegen, wie genau das hier Be-

[1] Man beachte auch den unmittelbar vorausgehenden Satz: πολλοὶ δὲ καὶ ἐν Αἰγύπτῳ περὶ τοῦ Νείλου τοῦτο μαρτυροῦσιν. Auch hier ist das πολλοὶ ἐν Αἰγύπτῳ so allgemein gehalten, daß es nicht nur auf Christen gehen kann; zumal da Epiphanius gerade vorher für das Wunder in Gerasa sich auf die Bestätigung durch die ἡμέτεροι ἀδελφοὶ berufen hat. Durch diese Aufeinanderfolge wird erst recht deutlich, daß bei den πολλοὶ ἐν Αἰγύπτῳ an Leute aus der Masse des Volkes gedacht sein muß.

[2] Vgl. S. 436 Anm. 2. Man beachte dabei auch, daß an der zweiten Stelle von einem Wasserschöpfen bei Nacht die Rede ist.

zeugte dem später in der christlichen Kirche üblich Gewordenen entspricht. Die Angabe des Epiphanius über das Wasserschöpfen in Ägypten berührt sich mit der Schilderung des christlichen Brauchs bei Chrysostomus so nahe, daß man — falls das nicht ausgeschlossen wäre — geradezu an eine schriftstellerische Abhängigkeit denken könnte. Ich setze, um das zu verdeutlichen, beides nochmals nebeneinander.

Epiphanius.	Chrysostomus.
ἐν τῇ ἑνδεκάτῃ τοῦ Τυβὶ κατ᾿ Αἰγυπτίους πάντες ὑδρεύονται ὕδωρ καὶ ἀποτιθέασιν ἐν αὐτῇ τῇ Αἰγύπτῳ καὶ ἐν πολλαῖς πατρίσιν.	ἐν μεσονυκτίῳ κατὰ τὴν ἑορτὴν ταύτην ἅπαντες ὑδρευσάμενοι οἴκαδε τὰ νάματα ἀποτίθενται.

Bis in kleine Züge hinein kehrt der ägyptische Brauch im kirchlichen wieder. Was Antonius von Piacenza von den alexandrinischen Schiffsherrn erzählt, daß sie das beim Epiphanienfest geweihte Jordanwasser als Schutzmittel für ihre ausfahrenden Schiffe verwendeten, hat schon sein Gegenstück in der alten ägyptischen Sitte. Zu demselben Zweck hatten die Ägypter in vorchristlicher Zeit das Nilwasser geschöpft — vielleicht sind sogar die Gefäße die gleichen gewesen —, und hatte man sich auswärts das Nilwasser aus Ägypten herbeigeholt[1].

Aber auch die Feier des Kanawunders an Epiphanien findet von unserer Stelle aus ihre einfache Erklärung. Sie entspricht dem ägyptischen Glauben, daß das am 6. Januar geschöpfte Nilwasser sich in Wein verwandle.

Es legt sich nun nahe, die beiden Handlungen, in denen wir die Grundlagen des Epiphanienfestes erkannt haben, noch näher miteinander in Beziehung zu setzen. Denn es kann wohl kaum ein zufälliges Zusammentreffen sein, daß man in Ägypten am gleichen 6. Januar das Geburtsfest des Αἰών beging und das Wunderwasser aus dem Nil schöpfte. Und der Osirisglaube scheint die Mittel an die Hand zu geben, um beides zur Einheit zu verbinden. In der Verehrung der Osiris gehören Wasserschöpfen und Entstehen des Gottes eng zusammen[2]. Ja beides ist im Grunde ein und dasselbe. Denn Osiris ist

[1] Vgl. W. Weber, Drei Untersuchungen zur ägyptisch-griechischen Religion. Heidelberg 1911. S. 29ff.

[2] Vgl. Plutarch, De Is. et Os. c. 12; 355 E ἔνιοι δὲ Παμύλην τινὰ λέγουσιν ἐν Θήβαις ὑδρευόμενον ἐκ τοῦ ἱεροῦ τοῦ Διὸς φωνὴν ἀκοῦσαι διακελευομένην ἀνειπεῖν μετὰ βοῆς, ὅτι μέγας βασιλεὺς εὐεργέτης Ὄσιρις γέγονε καὶ διὰ τοῦτο θρέψαι τὸν Ὄσιριν, ἐγχειρίσαντος αὐτῷ τοῦ Κρόνου. c. 39; 366 F τῇ δ᾿ ἐνάτῃ ἐπὶ δέκα νυκτὸς ἐπὶ θάλασσαν κατίασιν καὶ τὴν ἱερὰν κίστην οἱ στολισταὶ καὶ οἱ ἱερεῖς ἐκφέρουσιν, χρυσοῦν ἐντὸς ἔχουσαν κιβώτιον, εἰς ὃ ποτίμου λαβόντες ὕδατος ἐγχέουσιν καὶ γίγνεται κραυγὴ τῶν παρόντων ὡς εὑρημένου τοῦ Ὀσίριδος. c. 52; 372 C ἔτι δὲ τὸν βοῦν ὑπὸ τροπὰς χειμερινὰς περὶ τὸν ναὸν περιφέρουσι καὶ καλεῖται ζήτησις Ὀσίριδος ἡ περιδρομή, τοῦ ἡλίου τὸ ὕδωρ χειμῶνος τῆς θεοῦ ποθούσης.

selbst der Nil, das Lebenswasser[1]. Das Schöpfen des Nilwassers ist unmittelbar das Finden des Gottes.

Osiris ist aber zugleich in hellenistischer Zeit mit Dionysos geglichen worden[2], und damit wäre die Linie zum Wandlungswunder gegeben.

So fänden sich die Züge, die das christliche Fest enthält, in der ägyptischen Denkweise zu lebendiger Vorstellung vereinigt, und man brauchte nur anzunehmen, daß das in der Osirisverehrung zunächst Entwickelte späterhin auch auf andere Gottheiten wie den Aion übertragen wurde. Etwa in dem Sinn, daß bei der Verjüngung der Zeit auch das Wasser, das Lebenselement, neue Kräfte erhalten sollte. Dafür ließe sich geltend machen, daß das heilige Wasser jedenfalls in hellenistischer Zeit nicht mehr ein ausschließliches Kennzeichen des Osiriskults war[3]. Die Anknüpfung des Weinwunders an den Aion könnte noch dadurch erleichtert worden sein, daß das Fest der Θεοδαίσια, bei dem in Andros dasselbe Wunder stattfinden sollte[4], annähernd auf den gleichen Tag fiel.

Indes möchte ich nicht tiefer auf diese Dinge eingehen. Ich darf sie billigerweise den Ägyptologen überlassen.

Mir genügt es, festgestellt zu haben, daß in Ägypten am 6. Januar zwei Festfeiern begangen wurden, die für die christliche Epiphanienfeier das nach allen Seiten hin ausreichende Vorbild liefern. Die christliche Kirche hat wohl um so weniger Bedenken getragen, das volkstümliche ägyptische Fest zu übernehmen, weil der Gott, um den es sich handelte, nicht ein mit bestimmten Zügen ausgestatteter, sondern die farblose Gestalt des Aion war. Aber sie ging dann darauf aus, einen restlosen Ersatz zu schaffen. So kam sie dazu, ihr Epiphanienfest mit jener Überfülle von Beziehungen zu beladen.

---

[1] De Is. et Os. c. 32; 363 D οὕτω παρ᾽ Αἰγυπτίοις Νεῖλον εἶναι τὸν Ὄσιριν Ἴσιδι συνόντα τῇ γῇ. c. 33; 364 A οἱ δὲ σοφώτεροι τῶν ἱερέων οὐ μόνον τὸν Νεῖλον Ὄσιριν καλοῦσιν οὐδὲ Τυφῶνα τὴν θάλασσαν, ἀλλ᾽ Ὄσιριν μὲν ἁπλῶς ἅπασαν τὴν ὑγροποιὸν ἀρχὴν καὶ δύναμιν, αἰτίαν γενέσεως καὶ σπέρματος οὐσίαν νομίζοντες. c. 36; 365 B οὐ μόνον δὲ τὸν Νεῖλον, ἀλλὰ πᾶν ὑγρὸν ἁπλῶς· Ὀσίριδος ἀπορροὴν καλοῦσιν καὶ τῶν ἱερῶν ἀεὶ προπομπεύει τὸ ὑδρεῖον ἐπὶ τιμῇ τοῦ θεοῦ.

[2] De Is. et Os., 364 E ὅτι μὲν οὖν ὁ αὐτός ἐστιν Διονύσῳ, τίνα μᾶλλον ἢ σὲ γινώσκειν, ὦ Κλέα, δὴ προσῆκόν ἐστιν, ἀρχικλᾶ μὲν οὖσαν ἐν Δελφοῖς τῶν Θυιάδων (vgl. 356 B. 362 B).

[3] Vgl. W. Weber, Drei Untersuchungen zur ägyptisch-griechischen Religion, Heidelberg 1911, S. 43.

[4] Vgl. Plinius, Nat. hist. II 103; S. 219, 7 ff. Mayhoff: Andro in insula templo Liberi patris fontem nonis Januariis semper vini saporem fundere Mucianus ter consul credit. dies Θεοδαίσια vocatur; dazu Pausanias, Descr. Graec. VI 26, 2; S. 165, 27 ff. Spiro λέγουσι δὲ καὶ Ἄνδριοι παρὰ ἔτος σφίσιν ἐς Διονυσίου τὴν ἑορτὴν ῥεῖν οἶνον αὐτόματον ἐκ τοῦ ἱεροῦ.

Diese Erklärung vermeidet zugleich Härten, die Useners Auffassung anhafteten. Es ist nun nicht mehr nötig, die Anschauung von dem Zusammenfallen der Geburt und der Taufe Christi als in der Kirche so verbreitet hinzustellen, wie dies Usener in zweifelloser Übertreibung der Tatsachen getan hat. Indem die Kirche beide Ereignisse in einem Fest vereinigte, erklärte sie sie so wenig für ein und dasselbe, wie etwa die Taufe und die Hochzeit zu Kana. Auch die Rolle, die die Basilidianer in der Entwicklung des Festes gespielt haben, wird vielleicht etwas bescheidener. Es bleibt bedeutungsvoll, daß sie als die Ersten statt wie die übrige Christenheit allein den Tod vielmehr den Anfang der öffentlichen Wirksamkeit Christi gefeiert haben, und die Verlegung der Feier auf den 6. Januar macht es sicher, daß sie bereits an das ägyptische Fest anknüpften. Aber wie weit sie dieses in seinem ganzen Umfang nachbildeten, ist für uns unerkennbar. Vermutlich war es doch erst die katholische Kirche, die, wie um die Gnostiker noch zu übertrumpfen, den Rahmen des alten Festes völlig auszufüllen sich bemühte.

Ausgegeben am 28. Juni.

1917. XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

*1. Hr. Müller-Breslau sprach über »Knickfestigkeit gegliederter Stäbe«.

Es werden Versuchsergebnisse mitgeteilt, welche die vom Vortragenden aufgestellte Theorie der exzentrisch gedrückten gegliederten Stäbe stützen.

2. Hr. Haberlandt überreichte Bd 1, Heft 3 der von ihm herausgegebenen Beiträge zur allgemeinen Botanik (Berlin 1917).

Ausgegeben am 28. Juni.



SITZUNGSBERICHTE

1917.
XXXI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Meinecke sprach über die Entstehung des modernen politischen Nationalbewußtseins und über die Unterschiede von Liberalismus und Demokratie.

Er setzte sich kritisch auseinander mit den von Erich Brandenburg in seinem Werke über die Reichsgründung geäußerten Ansichten über die Entstehung des modernen politischen Nationalbewußtseins in Deutschland und über das Wesen und die Unterschiede von Liberalismus und Demokratie. Auf das moderne politische Nationalbewußtsein hat die Ideenbildung der führenden Denker stärker eingewirkt, als Brandenburg meint. Und Liberalismus und Demokratie sind nicht so scharf voneinander zu trennen, wie er es versucht. Mit Ranke kann man daran festhalten, daß die Idee der Volkssouveränität eine gemeinsame geistige Quelle beider Richtungen war.

2. Hr. Kuno Meyer legte eine Mitteilung vor: Ein altirisches Bittgedicht an die Jungfrau Maria.

Es wird das dem heiligen Columba zugeschriebene Bittgedicht an die Jungfrau Maria in Text und Übersetzung mitgeteilt. Es ist gegen eine *lúad* genannte Seuche gerichtet, um das Jahr 800 verfaßt und bezieht sich wahrscheinlich auf eine 806 in Irland grassierende Pestilenz, von der die Annalen berichten.

3. Hr. Erman legte den Neudruck seiner Schrift: Die Hieroglyphen vor (Berlin und Leipzig 1917).

Ein altirisches Bittgedicht an die Jungfrau Maria.

Von Kuno Meyer.

Das folgende, dem heiligen Columba zugeschriebene Gebet zur Jungfrau Maria um Hilfe gegen eine *lúag* oder *lúad*[1] genannte Seuche habe ich in der Zeitschr. f. celt. Phil. VI S. 257 nach der einzigen Handschrift in Laud 615 abgedruckt. Ich versuche hier eine Wiederherstellung des in einer Abart von *ochtfoclach*, nach dem Schema $6^2 + 6^2 + 5^1$, abgefaßten Gedichtes und der angehängten Prosa, wobei ich nur bei wichtigen Abweichungen die Lesarten der Handschrift hinzusetze. Da am Schluß der letzten Strophe jeder Anklang an den Anfang des Gedichtes fehlt, haben wir es wohl nur mit einem Bruchstück zu tun.

Wie Adamnan in seiner Lebensbeschreibung Columbas I cap. 46 berichtet, daß zu seinen eigenen Lebzeiten, d. h. im siebenten Jahrhundert, die Fürbitte des verewigten Heiligen im Himmel (*orante pro nobis venerabili patrono*) eine sonst alles verheerende Pest von den Iren und Pikten Schottlands abgewendet habe, so wird hier dem lebenden Columba ein solches Gebet in den Mund gelegt. Da es der Sprache nach der Zeit um 800 angehört, so mag es sich auf die große Pest beziehen, welche nach den Annalen von Ulster im Jahre 806 Irland heimsuchte (*pestilentia magna in Hibernia insola orta est*).

Columb Cille cantavit hoc canticum.

1 *Fort fóisam, a Muire,*
domaisilbim uile
óm folt[2] *com dá fonn.*
A máthair Ríg nime,
ar écnairc ar fine
rolá fortacht forn!

2 *Rocloither mo guidi!*
is mo ág congaibi
do lín dóine trén.
Ar lúad aiges aigi
Muire rodomairi,
fordomraib a sén.

[1] Die Prosa hat die wohl verschriebene Form *luaidri* (aus *luaid*h verlesen?). Ist *lúad* die richtige Form, so wird die Krankheit vielleicht nach der Wirkung, die sie auf den Patienten hatte, benannt sein, indem sie ihn etwa im Fieber oder Delirium herumtrieb. Denn *lúad* bedeutet 'Bewegung, Antrieb', wie z. B. LL 273b 43: *tucad lúad forlúamna fom* 'ich wurde von einem Impuls zu fliegen erfaßt'.

[2] So ist wohl statt *fult* zu lesen.

3 *Roséna mo sétu!*
rob for findu sétu
cé imthías fo nim.
Robbé oc mo chobair,
a hitge domforair,
máthair 'Isu gil.

4 *Romsnáda a horóit,*
fo bíth rodan . . .[1]*,*
Muire ingen úag.
Rob lúirech dom anmain,
domrema ar thedmaim,
nímthairle in lúad!

5 *Nímthairle a ngalor*
file cusind amor
iar ndíthoman cách.
Hi suidiu, hi ligiu
is Muire congairiu[2]
dom chobair cach tráth.

'1. In deinen Schutz, Maria, befehle ich mich ganz vom Scheitel bis zur Sohle. Mutter des Himmelskönigs, um der Fürbitte unserer Verwandtschaft willen bringe uns Hilfe!

2. Erhöre mein Gebet! Es ist meine Sache[3], der du dich für eine Schar starker[4] Menschen annimmst. Gegen die Seuche, die ihr Wesen treibt[5], komme Maria zu mir, ruhe ihr Segen auf mir!

3. Sie segne meine Pfade! Es seien gesegnete Pfade[6], wohin[7] immer ich unter dem Himmel wandle. Sie sei da zu meiner Hilfe, ihre Bitte stehe mir bei[8], Jesu des Reinen Mutter.

4. Ihr Gebet errette mich! denn die reine Magd Maria hat uns geliebt (?). Es sei meiner Seele ein Harnisch, es schütze mich vor der Pest! Die Seuche rühre mich nicht an[9]!

5. Die Krankheit, die von Jammergeschrei[10] begleitet ist, nachdem jeder den Untergang fürchtet, rühre mich nicht an! Sitzend oder liegend rufe ich Maria zu jeder Stunde zu meiner Hilfe an.'

---

[1] Die Hs. hat *rodancaraid*, womit ich nichts anzufangen weiß. Reim auf *oráit* oder *oróit* ist erforderlich.

[2] gongaire Hs. Die Form *congairiu* kommt auch Liadaín and Cuir., S. 16, 3, in einem Gedicht vor.

[3] Wörtlich 'mein Kampf, den du ergreifst'.

[4] Das heißt 'gesunder'. Damit sind wohl zunächst die Mitglieder des Klosters gemeint.

[5] Wörtlich 'die ein Treiben treibt', die bekannte etymologische Konstruktion.

[6] Wörtlich 'es sei auf gesegneten Pfaden'.

[7] Zu *cé* (*cia*) 'wohin' = ποῖ vgl. *cia thé* 'wohin er auch gehen mochte', Eriu IV 100, 2; *cia tiasam* (*thisam* F) 'wohin wir auch gehen mögen', Colmans Hymn. 1.

[8] *Domforair* zu *to-for-air-icc-* 'zu Hilfe kommen'.

[9] Vgl. *nímthairle, nímthaire*, Zeitschr. VI 260, 4.

[10] Vgl. *nímthairle éc ná amor*, Sanctans Hymn. 6.

Es folgt nun wie bei heidnischen Zaubersprüchen die gleichfalls noch der altirischen Sprachperiode angehörige Nutzanwendung des Gebetes mit der vorgeschriebenen Kur.

Attach ind so adróithich Columb Cille co mmáthair nÍsu arind lú-aidri (?). Rorath do Cholumb Chille nach óin dia tibertha in brothchán so asmbéram, ó ragaibther in bendachad so foir tres vel septimo, bid slán de manip trú[1]. *i. berbthar cuad do thromthóit lemnachta. Ibur talman aire ocus escop Beoáin*[2]. *Ibthi co mbí sáithech, ocus doberar étach tromm foir condaticc allus. Bid slán iarum, si Deus volt.*

'Dies ist das Gebet, welches Colum Cille zur Mutter Jesu gebetet hat gegen die *lúaidri* genannte Seuche. Es wurde Colum Cille gewährt, daß jeder, dem das folgende Gericht, das wir nennen werden, gegeben wird, nachdem dieser Segen drei- oder siebenmal über ihn gesprochen worden ist, dadurch[3] geheilt sein wird, wenn er nicht (schon) dem Tode verfallen ist. Nämlich man koche eine Schüssel von schwer dampfender[4] frischer Milch. Dazu (tue man) weiße Wucherblume[5] und Milzfarn[6]. Er trinkt es[7], bis er gesättigt ist. Und es wird eine schwere Decke auf ihn gegeben, so daß er in Schweiß gerät. So wird er geheilt sein, wenn Gott will.'

[1] So ist wohl sicher statt *manabt*ur zu lesen.
[2] *esboc aain* Hs.
[3] Oder vielleicht 'davon', nämlich von der Seuche.
[4] *tóit* 'smoke, vapour', O'Brien; also wörtlich 'von einem schweren Dampf'.
[5] *ibur talman*, Arch. I S. 340, 'rough spleen-wort', i. e. chrysanthemum leucanthemum.
[6] *escop Eoán, Beaáin* oder *Beoáin*, ebenda S. 342, 'ox-eye daisy', i. e. asplenium.
[7] *ibthi*, wo das suffigierte Pronomen sich auf *cuad* beziehen wird.

Ausgegeben am 28. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917 XXXII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

SITZUNGSBERICHTE 1917. XXXII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

28. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Den beiden großen Männern, deren Gedächtnis die Akademie seit mehr als hundert Jahren in Treuen begeht, legt sie eben durch diese treue Ehrung eine schwere Belastungsprobe auf. Schon im friedlichen Lauf der Dinge wandeln sich Zeiten, Völker, Geister so schnell, daß es einen wunderbaren Gehalt dauernder Fruchtbarkeit voraussetzt, soll ein verehrtes Bild im fortschreitenden Wechsel immer noch das vorwärts weisende und lebendig verstehende Antlitz bewahren. Und wieviel mehr erfordert diese Stunde, da sich unter höchster Spannung aller deutscher Kraft in Schmerzen eine neue Welt gebiert! Freilich, der große König hält da mühelos Stand, er, der sein kleines Preußen durch einen kaum geringeren Druck zäher Übermacht sieghaft hindurchführte und eben dadurch ein deutsches Nationalgefühl schuf. Aber der Held des heutigen Tages, der Vorkämpfer friedlicher Weltorganisation des Geistes? War vielleicht die vom Schlachtenlärm übertäubte Todesfeier des vorigen Jahres schon ein ungewollter Markstein seines Abwelkens für unsre Gegenwart? Grade das nahe vierte Jahrhundertfest der Reformation drängt uns diese Frage auf. Welche unerhörte Lebenskraft entfaltet noch immer der tapfere Wittenberger Professor, der die Weltmacht der alten Kirche entschlossen herausforderte, nur gestützt auf seine heilige Überzeugung! Wie ist uns dieser deutsche Mann in unsern Kriegsjahren tiefer und tiefer ins Herz gewachsen! Wie haben wir Deutschen mehr denn je aus innerster Seele empfunden: das ist unser Blut, unser Geist, unser deutsches Gewissen, dem der Weg durch Luthers gewaltiges: 'Ich kann nicht anders! Gott helfe mir!' für immer gewiesen ist! Wie schrumpft uns der laute Scheinindividualismus der Romanen und Angelsachsen

zur inhaltsleeren Maske zusammen vor der Urkraft jenes Wortes, jener Lehre, die den Menschen rückhaltlos auf den Boden seines eignen sittlichen Bewußtseins stellt, unbekümmert um Lob und Entrüstung der Welt, stark und doch zur innern Neugeburt willig nur im Glauben an seinen Gott! Vor dieser einfachen sittlichen Genialität, dieser vollsaftigen Naturkraft verblassen die feinen, etwas magern, etwas blutarmen Züge unsers Leibniz! Und auch ein andrer Jubilar dieses Jahres, Wilhelm von Humboldt, schaut uns vertrauter an: der kraftvolle nationale Staatsmann, der in der höchsten Not des Vaterlandes entdeckt, daß er, allen weltbürgerlichen Interessen zum Trotz, von Herzensgrunde doch ganz Deutscher, ganz Preuße sei; der vornehme Aristokrat, der, wie Luther dem sittlichen, so seinerseits dem geistigen Individualismus Deutschlands den edelsten Boden der Bildung bereitet hat, bestimmt von der hellen wissenschaftlichen Erkenntnis, die ihm überall, am klarsten vielleicht im Leben der Sprache, das zeugende Individuum beim Werke wies. Grade im zusammenschmiedenden Drucke dieses Weltkrieges, da wir Einzelnen alles, was wir haben, dem Ganzen hinzuopfern bereit sind, fühlen wir besonders tief, welch unerschöpflicher Schätzequell eben jener sittliche und geistige Individualismus der Deutschen ist, der sich uns in diesem Jahre zumal in Luthers und Humboldts Namen verkörpert und dessen besondere Größe grade darin liegt, daß er sich für Größeres hinzugeben vermag.

Und doch: Leibniz hat jene erlauchte Gesellschaft auch im Sturm der Gegenwart nicht zu scheuen. Der Buchgelehrte, der Hofmann ist keine mächtige Vollnatur wie Luther; in dem rastlos vielseitigen Polyhistor lebt nicht die alles geistige Werden ästhetisch nachschaffende Leidenschaft Wilhelm von Humboldts: der Vater der deutschen Aufklärung besaß dafür eine kühle Klarheit, eine sichere Witterung für die geheime und offenbare Ordnung der Dinge, die ihm gestattete, ein heiteres Licht über die Jahrhunderte zu werfen, das uns Deutschen auch die Wolken dieses Krieges nicht verschattet haben. Und nur dem flüchtigen Blick verbirgt sich hinter der emsigen, selten abschließenden, immer neu beginnenden, zugleich unerhört receptiven und unerhört productiven Tätigkeit des unermüdlich Forschenden und Bauenden die innere Wärme, ohne die wahre Fruchtbarkeit nicht möglich wäre. Und des Gereiften ehrlichste Liebe war sein Vaterland.

Luther steht in seiner volkstümlichen Wurzelechtheit vor uns als Urbild deutscher Art. Aber so deutsch er war und dachte, der nationale Gedanke hat den großen Gottes- und Volksmann nur vorübergehend berührt, da er ihn als Waffe gegen die Welschen zu Rom kehren konnte. Im Christenmenschen sucht er das Ziel der Menschheit, wie für Wilhelm

von Humboldt im Hellenen der ideale Menschentypus feststand. Leibniz, der Weltkenner, hat sich über die Schwächen seiner Landsleute nicht getäuscht: trotzdem ist er überzeugt, daß nur ihnen die Krone der Perfectibilität gebühre, daß in ihnen erlesene Kräfte schlummern, die es nur zu wecken gelte, auf daß sie Europas Spitze nehmen. Noch ging es ja mit der deutschen Vervollkommnung recht langsam vorwärts, und die Überhebung der Nachbarvölker, die dem Deutschen höchstens Arbeitsamkeit zugestehn wollen, erregt Leibniz das Blut und treibt seinen nationalen Ehrgeiz. Denn nächst Gottes Ehre soll des Vaterlandes Wohlfahrt jedem tugendhaften Menschen am meisten zu Gemüte gehn. Und Leibniz liebt sein Vaterland: fließen doch Deutschlands Hügel mit Weine und seine Täler triefen mit Fett. Nur dem Deutschen gedeiht Alles, was er bedarf, auf eignem Boden, der selbst Seide und Zucker nicht weigern würde. Und dieses Deutschland, Europens Mittel und Herz, ist das freieste Reich der Welt, was auch die törichte Mißgunst der Nachbarn behaupte. So steigert sich sein deutscher Stolz vor all den schmerzlichen Niederlagen deutscher Politik und Diplomatie wie durch einen Gegendruck zu seherischer Zukunftsgewißheit.

Diese deutsche Begeisterung trägt die Farbe des Zeitalters. Das 17. Jahrhundert, sehr zu unrecht als undeutsch verschrien, war vielmehr gesättigt von einem nationalen Feuereifer, über den uns sein schwülstig-pathetischer Zuschnitt nicht hinwegtäuschen darf. Freilich, Leibnizens Nationalgefühl kennt nicht die hegende Innigkeit, die jede kleinste Regung deutschen Brauchs, deutscher Natur, deutschen Gemütes liebt und belauscht, wie sie uns seit der Romantik köstlicher Besitz geworden ist. Die humanistische, ja philologische Herkunft des Barockpatriotismus verleugnet sich nicht. Er ruht auf zwei Pfeilern. Seit Arminius und die Varusschlacht aus Pergamenten neu aufgetaucht waren, von denen das Mittelalter nichts wußte, da richtet sich der wankende Glaube an deutsche Unüberwindlichkeit auf an den Helden früher germanischer Vergangenheit: zu Hermann tritt Ariovist und Claudius Civilis, Wittekind und Henricus Auceps der Ungarnbezwinger. Wie sollte diese Heldenkraft verschwunden sein, vor der einst das Weltreich zusammenbrach? Und die philologische Forschung erschließt dem nationalen Stolz noch tiefere Schachte. Hier nun tritt Leibniz unter die Führer. Aus den Sprachen lehrt er durch die Kunst der Etymologie Fackeln gewinnen, die in fernste Vorgeschichte leuchten: und die deutsche Sprache bewährt dabei hohe Überlegenheit. Während Engländer und gar Franzosen sich sprachlich wie die Krähe über und über mit fremden Federn schmücken, ist die deutsche eine Ur-, Haupt- und Heldensprache von bodenwüchsiger Echtheit. Nichts liegt Leibniz ferner als ein kurzsichtiges und abergläubisches Puritanertum

— wir würden sagen »Puristentum«. Der Fremdwortgewöhnte weiß sehr genau, daß die gewalttätige Sprachreinigung mancher Kreise seiner Zeit eine lächerliche, schädliche und sprachwidrige Übertreibung ist. Aber ein Hochgefühl bedeutet es ihm doch, daß seine deutsche Muttersprache in ihrem Kern die einzig urwüchsige aller modernen Cultursprachen sei. Er bewundert die heroische Majestät der Lutherschen Bibel; er sieht in deutscher Rede einen wissenschaftlichen Probierstein, da deutsche Fassung keinen falschen schielenden Gedankenprunk dulde, wie lateinische und französische Rhetorik ihn begünstigen. Und jene ursprüngliche Echtheit weiht die Worte deutscher Sprache zu unschätzbaren, fast kabbalistischen Zeichen, deren Deutung tief hineinführt in das Wesen der Dinge. Aus der Ur-, Haupt- und Heldensprache schließt Leibniz methodisch auf ein Ur-, Haupt- und Heldenvolk, das er frei halten möchte um jeden Preis von den lähmenden Banden fremden Geistes, fremden, zumal französischen Scheinwesens.

Der Ehre des deutschen Vaterlandes will seine Arbeit dienen, so oft ihn auch die Verhältnisse zwangen, nach Frankreich, England oder gar Rußland seine Dienste und Funde zu tragen. Und wie vielseitig betätigt sich dieser vaterländische Drang! Leibniz bekennt sich zur angewandten Wissenschaft. Die Einheit der christlichen Kirchen sucht er anzubahnen, auch auf die Gefahr hin, als Lauer von allen Seiten verdächtigt zu werden; denn er fühlt, daß die furchtbare Ohnmacht des Reiches nicht zuletzt in dem Zwist der getrennten Bekenntnisse wurzelt. Anderseits macht er es Preußen zur Pflicht, protestantische Missionäre nach China zu senden: er weiß, daß solche Culturvorstöße der politischen Macht bald zugute kommen. Wenn der Erfindungsreiche um Differentialrechnung oder um Rechenmaschinen Prioritätshader nicht verschmäht, so ist es nicht er, Leibniz, sondern der Deutsche, dem er sein Erfindervorrecht vor dem berühmteren Engländer oder Franzosen sichern will. Ob er wirklich in seinem sonderbaren Bemühen, Ludwig XIV. nach Ägypten abzulenken, deutsche Politik zu treiben meinte, sei dahingestellt; aber mit vollem Verständnis lesen wir heute seinen 'Allerchristlichsten Mars', der in überlegnem Spott die scheinheilige Heuchelei französischer Politik ironisiert, die nur dem Christentum zu Ehren, nicht etwa gegen die Türken, sondern gerade gegen den von den Türken bedrohten deutschen Nachbarn zu Felde zieht. Den Glanz des kaiserlichen Namens zu erhöhen, ist dem norddeutschen Protestanten Ehrensache, weil nur der Kaiser das ehrwürdige heilige Reich, die Vormacht des Abendlandes, in seiner vollen Herrlichkeit verkörpern kann: da empfindet er wie Heinrich von Kleist. Das Unterseeboot freilich, das Leibniz erfunden zu haben meinte, das fähig war, sich bei Sturm und vor Seeräubern in die

Tiefen des Meeres zu retten, diesen Fund hätte sein Vaterland damals praktisch noch nicht nutzen können. Aber jeder solcher Fund war ein deutscher Gewinn, weil er die positive Leistungsfähigkeit der Deutschen gegenüber den Andern erwies.

Es war schon etwas Großes, als Leibnizens wissenschaftliche Taten den Deutschen, die sich gewöhnt hatten, im verblichenen Prunk alter historischer Größe Deutschlands Ehrentitel zu sehen, lebendig schaffende Kraft deutschen Geistes bewährten, Leistungen, zu denen auch das Ausland aufschaute. Und es war nichts Kleines, als Leibniz sich mit Erfolg bemühte, durch Akademien und teutschgesinnte Gesellschaften Schaffens- und Geistesgenossen zu fruchtbarer Fortarbeit zu werben. Aber unvergleichlich köstlicher noch war ein anderes Geschenk, das Leibniz seinem Volke darbot. Gegen den Materialismus des Westens, gegen französische Skepsis und englischen Empirismus richtet er eine neue große deutsche Weltanschauung auf: er bescheert den Deutschen jenen frommen optimistischen Idealismus, der dem 18. Jahrhundert bei uns sein beglückendes Gepräge aufdrückt und der noch Goethes Lebensbejahung, sein Bekenntnis zur Persönlichkeit entscheidend befruchtet hat. Kein Werk von classischer, etwa gar deutscher Form hat diese Lehren und Schlagworte von der besten der möglichen Welten, von der prästabilierten Harmonie, vom zureichenden Grunde, von den klaren und dunklen Vorstellungen, von den beseelten Monaden und wie sie alle heißen, ins deutsche Volk getragen: und doch dringen sie, wenn auch trivialisiert und mißverstanden, aus spröden lateinischen Sätzen, aus Anspielungen und mühsamen Deductionen so überraschend in alle Kreise, daß sie schlechthin zum Gemeingut des aufsteigenden Deutschlands werden. Wunderbar fast, wie jene Gedanken den ganzen Boden deutscher Bildung durchsickern, bis in Frauenzimmerverse und anakreontische Scherze hinein: diese populärste deutsche Philosophie wird der unschätzbare Kern des ärmlichen, aber stets wachsenden geistigen Hausrates des deutschen Bürgers. Mag festem kritischem Zufassen der wohlgefügte Bau nicht standhalten, mochte französischer Esprit noch so zersetzende Spotteslauge über die deutsche Philosophie ausgießen, es wohnte sich recht gut, heimisch und frei in diesem heitern weiträumigen philosophischen Palaste, den Leibnizens unbeirrter Glaube an die allwaltende heilige Ordnung, diese höchste Göttin seines Erkenntnisdranges, einheitlich mit großen, weit geöffneten Pforten errichtet hatte. Aus diesem Optimismus schöpfte der Deutsche die unverwüstliche Zuversicht zum Siege des Rechtes, wie ihn wiederum die Weltharmonie forderte, die Leibniz überall zu schauen wähnte. Und die Idee des Reichtums, wie sie schon in der Betonung der möglichen Welten lag, wahrte vor Enge. Der Rationalist, der aus

persönlichem Bedürfnis kein nahes Verhältnis zur Kunst gewann, vermochte doch auch der Schönheit als einem Symbol der göttlichen Vollkommenheit gerecht zu werden und den Grund zu legen zu der deutschen Ästhetik, die der jungen werdenden großen Dichtung Deutschlands die theoretische Lebensluft gab, bis Kants Kritik der Urteilskraft ihr die volle Freiheit schuf. Mag uns heute die Glückseligkeit, die aus der Erleuchtung des Verstandes und der Übung des Willens nach dem Verstande zu handeln entspringt, ein Lächeln abnötigen: es war doch ein in seiner frohen Zuversicht höchst leistungsfähiges Geschlecht, das sich mit dieser erfreuenden geistigen Kost ernährte. Durch seine Philosophie hat Leibniz einen der stärksten Grundsteine gelegt zu dem großen geistigen Deutschland.

Er sah dies Deutschland, das uns in Goethe und Kant gipfelt, mit dem aber noch Bismarck den Zusammenhang nicht verleugnet, vor sich liegen, wie Moses vom Berge Nebo auf das gelobte Land niederschaute: kein Zufall, daß auch der große Friedrich sich dieses Bildes bediente, da er seinen Glauben an das kommende Deutschland formte. Die politische Macht des Vaterlandes dagegen, so oft sie Leibniz im Einzelnen beschäftigte, verdichtete sich ihm nicht zu einer Zukunftsvision. Nun war Leibniz weit von der Täuschung entfernt, von der sich unsere Classiker nicht ganz frei hielten, als könnten die Siege des deutschen Geistes uns für nationale Macht und Würde entschädigen: der Raub Straßburgs hat ihn tief erbittert und beschämt, und er hat es nicht vergessen, wie die großen Nachbarn auf verwüstetem deutschem Boden um die Meisterschaft von Europa zu ringen sich gewöhnt hatten. Aber trotzdem: er zweifelte nicht, daß Gott der deutschen Tapferkeit durch große Siege wider morgen- und abendländische Feinde beistehen werde, wenn der Deutsche nur selber wolle. Nur der Wille mangelt ihm, um glückselig zu sein: kehrt dieser Wille in der deutschen Heimat ein, dann wird der stets bewährte deutsche Mut der 'teutschen Freiheit' nach wie vor zuverlässig Schild und Schwert leihen. Das war ihm gewiß: die kriegerischen Eigenschaften der Deutschen brauchen wohl einige Erziehung, aber keinen Antrieb.

Leibnizens Mahnung an die Teutsche, ihren Verstand und Sprache zu pflegen, erklang in einem Augenblick, da der Friede einzukehren schien. Wir bekennen uns heute inmitten eines 'Erdbebens oder Orkans', furchtbarer als Leibnizens kriegereiche Zeit ihn entfernt ahnen konnte, doch ebenso herzhaft zu dieser deutschen Pflicht. Und wenn wir uns dankbar bewußt sind, welchen reichen Segen Leibnizens herrlicher erquickender Optimismus der geistig fruchtbarsten deutschen Zeit mitgegeben hat, so wollen wir uns für diese schwerste aller deutschen Schicksalsproben, in der der Deutsche rings von unverdientem

Haß umbrüllt, manch bittern Zweifel an Gerechtigkeit und Ordnung der Welt in sich aufsteigen fühlt, noch heute immer neue Seelenkräfte aus dem zuversichtlichen Vertrauen schöpfen, zu dem die freudige Weisheit Leibnizens unsere Ahnen erzog. Wir wissen mit ihm: 'Unsere Krone ist nicht von uns genommen, unsere Wohlfahrt steht in unseren Händen.' Nun, da soll sie mit Gottes Hilfe gut aufgehoben sein.

Darauf hielt Hr. Schäfer seinen wissenschaftlichen Festvortrag.

Zur Geschichte deutscher allgemeiner Wehrpflicht.

Die Wissenschaft gilt als Herrin in ihrem Reiche. Wir alle dienen ihr in dieser Überzeugung. Aber es ist unmöglich, die Grenzen dieses Reiches zweifelsfrei festzulegen. Kein Versuch in dieser Richtung kann auf allgemeine Billigung, keiner auch nur auf eigene Befriedigung rechnen. Allzu bunt sind die Fäden in einander geschlungen, die Wissenschaft und Leben verknüpfen, und ihre Zahl ist schier unendlich. Auch für die Wissenschaft und nicht zuletzt für sie gilt die Mahnung, in die Senecas Tadel, den Sinn bewahrend, umgeformt wurde: Non scholae, sed vitae discimus. Sie gilt, wenn das Leben ruhig dahinfließt; wie sollte es anders sein, wenn es sturmgepeitscht aufbrandet, wenn es alle Kräfte des Geistes und Körpers zu äußerster Anspannung aufruft? Welcher Deutsche möchte inmitten eines Kampfes, der über Sein oder Nichtsein seines Volkes entscheidet, teilnahmlos weltfremdem Wissen nachstreben? Unwiderstehlich drängt es, den Beziehungen nachzugehen, die Forschung und Volksgeschick miteinander verbinden. So möge auch die Erinnerung an den geistigen Vater und ersten Präsidenten unserer Akademie heute gefeiert werden mit einem Rückblick auf die Entwicklung desjenigen Teils deutscher Leistungen, der in den Tagen der Prüfung sich als Nerv unserer Kraft bewährt hat, obgleich die Betrachtung mitten hineinführt in die Augenblicksfragen. Ist doch auch der deutsche Mann, dessen Andenken wir heute ehren, dem staatlichen Leben seiner Zeit und seines Volkes hellen Blickes gefolgt!

Unsere Gegner schmähen und verabscheuen nichts so sehr wie unseren »Militarismus«. Trotz der Erklärung, die, angeregt von einem Mitgliede dieser Körperschaft, im Oktober 1914, unterzeichnet von fast allen Lehrern deutscher Hochschulen, mit einer in der Gelehrtengeschichte beispiellosen Einstimmigkeit, der Welt kundtat, was deutscher Militarismus bedeutet, und wie an ihm das Beste hängt, was wir haben und sind, umgibt uns fortgesetzt das Wutgeschrei der

Tobenden. Es ist geeignet, den Glauben an menschliche Art zu erschüttern, leider aber verständlich. Denn von Militarismus reden sie, unsere Macht meinen sie. Sie haben eine ihrer festesten Grundlagen, sicher ihre wichtigste Schutzwehr, ohne deren Zertrümmerung sie nicht hoffen können, uns auszuschalten vom Mitreden über die Weltgeschicke, richtig erkannt. Was wären wir ohne die in uns wohnende kriegerische Kraft?

Wir dürfen uns kurz vergegenwärtigen, wie und in welchen Zusammenhängen mit unserem gesamten Werden sie uns erwuchs.

Kriegstüchtigkeit und Kriegsfreudigkeit unserer germanischen Altvordern sind weltbekannt. Man mag sich aber erinnern, daß solcher Vorzug jedem Volke eigen war, das in den Gang der Weltgeschichte tiefer eingriff. Auch der oberflächlichsten Kenntnis stehen neben Griechen und Römern zahlreiche andere Beispiele zur Verfügung, nicht zuletzt auch das Volk Israel und die »Schärfe seines Schwertes«. Fürst Bismarck mit seinem feinen völkerpsychologischen Verständnis hatte auch in diesem Punkte recht, wenn er in seiner Landsturmrede vom 6. Februar 1888 sagte: »Die Tapferkeit ist ja bei allen zivilisierten Nationen gleich«, und wenn er das Vertrauen, das er zum deutschen Heere hegte, auf einer anderen Grundlage aufbaute, auf dem »ganz eigentümlichen Maß der Verbreitung der Volksbildung in Deutschland, wie es in keinem anderen Lande wieder vorkommt«. In der kriegerischen Kraft der germanischen Rasse wird gleichwohl, je nachdem bewundernd oder auch anklagend und schmähend, die Lösung des Rätsels ihrer weltbewegenden Erfolge gefunden. Der Berliner Ehrendoktor Roosevelt spricht auf den einleitenden Seiten seiner großen Kompilation »The Conquest of the West« in fast überschwenglichen Worten von den weltbewegenden Taten der »teutonischen Rasse«, die aus ihren heimischen Wäldern heraus das Römische Reich über den Haufen warf, während es ebenfalls in neuerer Zeit weithin im Auslande, besonders bei unseren westlichen und östlichen Nachbarn, Brauch geworden ist, die »Germanenhorden« als planmäßige Unterjocher, Verwüster und Vernichter, als eine Art Geißel der Menschheit (virga furoris Dei, wie Isidor vom Attila sagt) zu brandmarken. Die Auffassung gellt uns ja jetzt von allen Seiten her, von diesseits und jenseits des Ozeans, in die Ohren. Wir wissen, daß die Ausbreitung des Deutschtums ostwärts, die man früher bei solchen Anschuldigungen besonders im Auge hatte, so gut wie ausschließlich durch friedliche Arbeit die Grundlagen schuf, auf denen unser gegenwärtiges staatliches Leben ruht, und wir sehen auch die weltbewegenden Taten nicht allein in der Niederkämpfung der

Römer, sondern in der Tatsache, daß die angeblich halb- oder ganzbarbarischen Sieger auf den Trümmern des zerfallenen Weltreiches, zwar aus wenig behauenen Blöcken und in rohem Gefüge, doch aber fest und tragfähig einen neuen Bau aufführten, der Grundstock für Staat, Recht und Gesellschaft geblieben ist bis auf den heutigen Tag.

Richtig ist aber, daß das alles nicht möglich gewesen wäre ohne kriegerische Überlegenheit. Worauf beruhte sie?

Wenn wir von der Völkerwanderung sprechen, so denken wir an die zwei Jahrhunderte vom Einbruch der Hunnen bis zur Festsetzung der Langobarden in Italien. In Wirklichkeit können wir Völkerverschiebungen durch rund zwei Jahrtausende deutlich verfolgen, von der dorischen Wanderung bis zu den Wikingerfahrten der Normannen, die allein mehr als ein halbes Jahrtausend füllen. Je heller die Hergänge beleuchtet werden, um so deutlicher erkennt man, daß es sich um eine doppelte Form des Auszugs handelt. Ganze Volksstämme verlassen ihre Wohnsitze, neue zu suchen. Häufiger aber und in fast ununterbrochener Folge sammeln sich Scharen von Kampf-, Beute- und Abenteuerlustigen, auch kaum weniger von Erblosen, um bewährte Führer und ergießen sich in die Fremde, wo Aussicht auf Erfüllung ihrer Begehren zu winken scheint. Je weiter herab in der Zeit, desto häufiger tritt uns diese Gestaltungsform eines ver sacrum entgegen. Staatenbildend hat nicht so selten auch sie gewirkt, aber eine allgemeine Kriegspflicht tritt nur in den Völkerauszügen in Wirksamkeit. Nach gefaßtem Beschluß konnte sich ihnen niemand ohne die Gefahr der Entrechtung und Vernichtung entziehen. Es versteht sich von selbst, daß Volksangehörigkeit gleichbedeutend ist mit Waffenfähigkeit: zwischen populus und exercitus ist kein Unterschied. Bei den Germanen ist populus die Gesamtheit der Freien.

Was in der Heimat Rechtens war, pflanzte sich fort in die Fremde, in die germanischen Staaten, die auf römischem Boden erwuchsen. Aber es war unvermeidlich, daß die gesteigerten Aufgaben des ununterbrochenen Eroberungs- und Daseinskampfes, der mit dem Verlassen der Heimat anhob, zu einer erhöhten Macht der Leiter, der Könige, führten. Name und Sache sind germanischen, nicht römischen Ursprungs, wenn auch römische Einflüsse Entwicklung und Verbreitung förderten. Das Königtum konnte sich, besonders wenn es durch überragende Persönlichkeiten vertreten war, an die Stelle des Volkes setzen. So hat in den germanischen Reichen auf römischem Boden, besonders auch in der Merowingerzeit des fränkischen Staatswesens, des Königs Aufgebot neben der vom Volk gebilligten Heerfahrt zweifellos einen breiten Raum eingenommen: in zahlreichen Fällen läßt sich nicht mit

Sicherheit erkennen, wo die Entscheidung liegt. Die Heerbannspflicht aller Freien bleibt aber bestehen.

Sie ist auch die Grundlage geblieben in dem Jahrhundert, in dem sich das fränkische zum deutschen Reiche umgestaltete. Aber die gewaltige Machterweiterung, die sich unter den ersten Karolingern mit ihrer beispiellosen Aufeinanderfolge überragender Herrscher fast nach allen Seiten hin vollzog, führte mit Notwendigkeit zu einer Lockerung der bisherigen Ordnung. Für den Teilnehmer an der Heerfahrt gab es weder Sold noch Ausrüstung; nicht einmal der volle Unterhalt war ihm gesichert. Dazu entzogen ihn die weiten Heerfahrten, die stets in die gute Jahreszeit fielen, nicht nur auf Wochen, sondern auf Monate, Viertel- oder halbe Jahre seinem Anwesen, dessen inzwischen die Frauen mit Knechten zu warten hatten. Karl der Große hat planmäßig zu erleichtern gesucht, ohne mit dem alten Rechte zu brechen. In aufeinanderfolgenden Ordnungen werden mehrere, zuletzt vier Hufen zusammengelegt, gemeinsam, abwechselnd die Last zu tragen, auch wird Vertretung gestattet. Dazu drängt eine andere Entwicklungsreihe sich mächtig ein in die überlieferten Verhältnisse. Die umfassenden Besitzergreifungen auf fremdem Boden hatten umfangreichen Landbesitz in die Hand einzelner Männer, der Könige oder führender Großer, gebracht. Sie wurden zu Lehen, zu Nutznießung gegen Dienstleistung ausgegeben, Dienstleistung am Hofe und mit der Waffe. Der König und nicht wenige Große verfügten so über Mannschaften, die aufzubieten sie allein von sich aus in der Lage waren. Das Benefizialwesen ist bald innig verschmolzen mit der Vasallität, der persönlichen Abhängigkeit Beide Neuerungen haben verbunden ihre Wirkung auf ganze Länder und deren Obere erstreckt: das bekannteste Beispiel dafür ist der Bayernherzog Tassilo in seinen Beziehungen zu Pipin und Karl dem Großen. Von verschiedenen Seiten her ergibt sich so für die königliche Gewalt die Möglichkeit, Streitkräfte aufzubieten, ohne von der Banngewalt ihrer Herrscherstellung Gebrauch zu machen.

Von jeher hat die Gefolgschaft im germanischen Leben Bedeutung gehabt. Sie gewährte unbezähmbarer Waffenfreudigkeit und nicht zu bändigender Tatenlust freien Spielraum. Sie hat vor allem jene Auszüge möglich gemacht, jene Heerfahrten einzelner, in denen von jeher neben den Volkskriegen die Kraft der Stämme, besonders ihrer Jugend, Betätigung gesucht hatte. In ihr kommt auch die Mannentreue zu glänzendster Entfaltung, die in unsern großen Volksepen den Kern sittlicher Ideale darstellt. Sie sammelte um die Person des Führers eine Schar von erprobten, unbedingt zuverlässigen Mitstreitern. Auch hier war also eine Möglichkeit gegeben, sich ohne Volksaufgebot

ein brauchbares Machtmittel zu sichern: mit dem Lehnwesen verbunden, hat es diesem Zweck besonders dienstbar gemacht werden können. Die aulici, curiales sind die nächstberufenen Mitstreiter des Königs, auch der Fürsten. So erwächst aus verschiedenen Wurzeln ein mehr oder weniger berufsmäßiger Kriegerstand neben dem allgemeinen Heerbann. Darauf beruht es, wenn Heinrich I. während des neunjährigen Stillstandes, den er mit den Ungarn vereinbart hatte, die agrarii milites in die urbes, die Burgen, die umwallten Plätze, zwingt und sich so gegen erneute Einfälle zugleich eine allzeit bereite, krieggewohnte Reiterschar und Stützpunkte der Verteidigung schafft. Beim letzten Erscheinen der Ungarn auf deutschem Boden, über das wir ja näher unterrichtet sind, hat der König den allgemeinen Heerbann nicht einmal zur Abwehr aufgeboten; höchstens für das zunächst betroffene Bayern ist er in Tätigkeit getreten.

Auch bei dieser kurzen Kennzeichnung des Überganges aus den altgermanischen in die mittelalterlichen Zustände muß einer wesentlichen Umwandlung der abendländischen Welt, die sich als Folge des germanischen Eindringens vollzog, gedacht werden. Die Millionen der Römer konnten von den Zehntausenden der Eindringlinge überwältigt werden, weil sie kriegerischen Geistes und kriegerischen Könnens ganz entwöhnt waren. Römermacht hatte sich seit Jahrhunderten auf Söldnerwesen aufgebaut. Der Civis Romanus hatte nur noch juristische, nicht mehr militärische, auch kaum noch politische Bedeutung. Die sind ihm auch fernerhin nicht wieder geworden. Aber den kriegerischen Aufgaben der neuen Staatsverbände wurde doch auch ihr römischer Angehöriger dienstbar, und als Glied derselben hat der Possessor Rechte und Pflichten erhalten neben dem germanischen Freien. So hat im gesamten Abendlande, soweit germanische Staatenbildung Platz griff und sich behauptete, kriegerisches Können wieder seinen Einzug gehalten bei der gesamten Bevölkerung und jene mittelalterliche und weiterhin neuzeitliche Waffentüchtigkeit begründet, die heute allen Völkern Europas eigen ist und so ziemlich jedem von ihnen gestattet hat, zeitweise führend und als Meister des Schlachtfeldes aufzutreten. Was sich so entwickelte, hat später seinen Eroberungszug durch die Welt gehalten.

Deutschlands mittelalterliche Wehrverfassung hat durch Jahrhunderte die Züge bewahrt, die ihr aus der Karolingerzeit überkommen waren. Die alte Auffassung, daß die Heerfahrt über die Grenzen, die expeditio, nur unternommen werden könne auf Grund eines Beschlusses, daß ein königliches Gebot dafür nicht genüge, hat sogar unverkennbar wieder größere Bedeutung gewonnen, wie denn über-

haupt mittelalterlicher Königsgewalt festere Schranken gesetzt sind als jener der tumultuarischen Übergangszeit. In nicht wenigen Fällen lassen uns unsere Nachrichten im unklaren. Ein ganz zweifelloser Beleg, daß ein Angriffskrieg unternommen worden sei allein auf Befehl eines Königs, läßt sich aber kaum nachweisen. Es bleibt da immer mehr oder weniger fraglich, ob der Befehl sich wirklich auf ein allgemeines Reichsaufgebot erstreckte oder nur auf diejenigen Verpflichteten, die der König anders als auf Grund seiner Herrscherrechte und des ihm geleisteten Treueides in Anspruch nehmen konnte. Die Regel bleibt durchaus die expeditio jurata, die auf einem Reichstage von den Versammelten beschworene Heerfahrt. Sie brauchte nicht von allen Verpflichteten beschworen zu sein; die Zustimmung der auf dem Reichstag Anwesenden band auch die übrigen: aber die Zusage mußte vorliegen. Ein Beispiel von vielen ist Heinrichs des Löwen bekannte Weigerung, 1176 die Heerfahrt nach der Lombardei zur Unterstützung Kaiser Friedrichs mitzumachen. Sie ist politisch Anlaß seines Sturzes geworden: aber von rechtlicher Inanspruchnahme wegen dieser Ablehnung eines kaiserlichen Begehrens kann nicht die Rede sein: da sind ganz andere Beschuldigungen ins Feld geführt worden.

Diese Sachlage muß man sich vergegenwärtigen, wenn man die oft zitierten Worte Ekkehards, mit denen er die Aufforderung Kaiser Heinrichs V. zu einem Zuge gegen die Franzosen (übrigens durchaus der einzige und nicht einmal zur Durchführung gekommene Versuch dieser Art) im Jahre 1124 durch die Fürsten ablehnen läßt, richtig verstehen will: Quia Teutonici non facile gentes impugnant exteras. Er will zunächst nur sagen, daß die deutschen Fürsten sich nicht leicht zu einem Angriffskrieg entschließen. Doch ist die Bemerkung auch ganz allgemein gefaßt keineswegs so paradox, wie sie der leider weit verbreiteten. ja allgemein herrschenden Auffassung unserer mittelalterlichen Geschichte erscheint. Die Kaiser und Könige unserer Glanzzeit, der Zeit, die unsere Herrscher als die vornehmsten der Christenheit ansah und unserem Volke die führende Stellung zuerkannte, sind keineswegs die Eroberer gewesen, als die man sie in der Regel sich vorstellt. In den vereinzelten Zusammenstößen mit dem westlichen Nachbarreiche waren die Franzosen ausnahmslos die Angreifer. Zahlreiche Feldzüge sind ostwärts, besonders nach Böhmen und Polen, weniger nach Ungarn, unternommen worden; doch hat nicht einer zu einer Erweiterung der Grenzen geführt, seitdem diese Nachbarn das Christentum angenommen hatten. Die Züge waren, ohne jede Ausnahme, auch ohne alle Eroberungsabsichten ins Werk gesetzt, gelegentlich Erwiderung feindlicher Angriffe, meistens aber veranlaßt durch Thron- und Erbstreitigkeiten, deren Entscheidung dem Oberlehnsherrn,

dem deutschen Könige, zustand, und zu der er herbeigerufen wurde. Für Böhmen hat unser König diese Stellung dauernd behauptet, für Polen durch ein Vierteljahrtausend, für Ungarn allerdings nur kurze Zeit. In den Zusammenstößen mit Dänemark ist der Nachbar zweifellos weit überwiegend der Eroberer, zeitweise auch mit außerordentlichen Erfolgen.

Die Angliederung der Königreiche Italien und Burgund ist nicht eine nationale, sondern zunächst nur eine dynastische Tat, bei der die angeschlossenen Reiche in ihrer Selbständigkeit bestehen bleiben, nur durch Personalunion mit Deutschland verbunden sind. Ihre Grenzen haben geringe oder überhaupt keine Schmälerung erfahren, in scharfem Gegensatz zu dem Vorschieben der französischen Grenze ostwärts seit dem 13. Jahrhundert. Infolgedessen sind die Feldzüge dorthin nur zum Teil in der Form des Reichsaufgebots, meistens mit Königsmitteln und auf Grund des politischen Einflusses, der dem Könige durch seine Machtstellung zu Gebote stand, durchgeführt worden, übrigens fast nur nach Italien, kaum je nach Burgund. Vor allem gilt das von der Mehrzahl der besonders zahlreichen italienischen Feldzüge Friedrich Barbarossas, des einzigen unserer Herrscher, der auch die burgundische Königsstellung belangreich zu verwerten vermocht hat. Eine Ausnahme macht nur die eigentliche expeditio Romana, der Zug, der bestimmt war, dem deutschen Könige die römische Kaiserkrone einzubringen. Da stand dem Könige ein unbestrittener Anspruch zu auf Reichshilfe; verhandelt wurde nur noch über die Zeit. Auch für diese Züge stellen die Inhaber der großen Reichslehen die Hauptkontingente; doch dauert die Heerpflicht der Freien, die außer dem Reiche niemand über sich haben, fort. Daß die geistlichen Fürsten besonders reich mit leistungspflichtigen Lehen ausgestattet waren, belegt die Aufzeichnung, die über das Aufgebot Kaiser Ottos II. im Jahre 982 erhalten ist.

Wenn hingewiesen wurde auf Beziehungen zwischen der Ausdehnung unserer Grenzen ostwärts und der Verbreitung des Christentums, so bedarf das einer erklärenden Bemerkung. Wir verdanken dieser Ausdehnung das gegenwärtige Bestehen unseres Reiches. Die beiden deutschen Großmächte sind auf Kolonialboden erwachsen, ihre Hauptstädte, heute die einzigen deutschen wirklichen Großstädte, liegen auf solchem Boden. Aber das Vorschreiten ostwärts der Elbe und Saale, der Traun und Enns und über die Pässe der Tiroler und Salzburger Alpen wäre mit Waffengewalt kaum erfolgt, wenn diese Gebiete von sich aus zu festerer politischer Gestaltung gelangt und in solcher dem Christentum zugeführt worden wären, wie es hinter ihnen in Böhmen, Polen und Ungarn der Fall war. So ist hier zugleich mit der Verbreitung des

Christentums der Anschluß an das Deutsche Reich erzwungen worden. Man muß sich vergegenwärtigen, daß unser Küstengebiet von der Kieler Bucht bis zur Persante und Wipper und die Binnenlande zwischen Elbe und Oder bis hinauf zu den Niederungen der Schwarzen Elster fast zweihundert Jahre länger im Heidentum verharrt haben als Polen und Böhmen. Ihre Unterordnung unter deutsche Herrschaft, die sich an der Küste vollzog, ohne daß die angestammten slawischen Fürsten ihre ererbte Stellung räumten, ist nicht durch die Kraft des Reiches erfolgt, sondern, wie die Einzelforschung ergibt, so gut wie ausschließlich durch die der Sachsen, insbesondere der Ostsachsen, für die es sich um Schutz der Grenzen gegen Beute- und Abenteuerlust der Nachbarn handelte, genau so, wie sie selbst einst die christlichen Franken genötigt hatten, gegen ihre heidnischen Vorfahren vorzugehen. Unter Berücksichtigung solchen Gegensatzes werden auch allein die Bekehrungs- und Eroberungskämpfe des Deutschen Ordens verständlich, in die dieser zunächst zum Schutze der Polen eintrat.

Schon aus dieser allgemeinen Betrachtung der geschichtlichen Hergänge ergibt sich, daß bei den über die Reichsgrenzen hinausgehenden Heerfahrten auch des früheren, des starken deutschen Mittelalters von einem Aufbieten der gesamten Volkskraft nicht die Rede sein kann. Wir sind ja nur vereinzelt in der Lage, Heeresstärken einigermaßen festzustellen; daß es sich aber in den meisten Fällen nicht um Zehntausende, sondern nur um Tausende handelte, kann gar keinem Zweifel unterliegen. Hunderttausend Streiter hat Europa im Mittelalter wohl kaum jemals zusammen gesehen, auch in den Kreuzzügen nicht, bei Festen gelegentlich wohl mehr als durchschnittlich bei Feldzügen. Wo solche Zahlen genannt werden, unterliegen sie den allergrößten Bedenken. Daß darin nicht die Summe der Wehrkraft des deutschen Reiches beschlossen war, versteht sich von selbst.

Es gibt aber nicht wenige Fälle, in denen kleinere Gebiete die Gesamtheit aufbieten.

Bei altgermanischen wie bei mittelalterlichen Kriegen ist scharf zu scheiden zwischen Angriff und Verteidigung, expeditio und defensio, Auszug und Landwehr. Daß in den älteren Zeiten gegenüber dem einbrechenden Feinde Mann für Mann verpflichtet war, versteht sich von selbst, und das ist nicht anders geworden, als die Staatenbildung festere Formen annahm. Doch ist wohl niemals das ganze Reich in dieser Weise aufgeboten worden, auch gegenüber den Normanneneinfällen von 882 und 891 nicht, wo man allenfalls zweifeln könnte. Nur in den nächstbetroffenen Landschaften erhebt sich die Gesamtbevölkerung, dem Feinde zu wehren, so insbesondere gegen-

über den Ungarn und den slawischen Nachbarn, an den friesischen Küsten gegen die Normannen. Die steigende Macht des Reiches bedeutete doch auch eine größere Sicherheit für die Grenzgebiete; es ist das eine der vorteilhaftesten Seiten der vielgepriesenen, aber auch viel bekrittelten mittelalterlichen Kaiserherrlichkeit. Es ist aber in den zahlreichen inneren Fehden das allgemeine Aufgebot oft zur Tatsache geworden, den eindringenden Landesfeind zu bekämpfen, auch ihn über die Grenzen hinaus zu verfolgen, vereinzelt sogar von vornherein Angriffszwecken zu dienen. Es handelte sich ja nur um kurze Zeitfristen. Wir haben darüber Nachrichten so ziemlich aus allen Gegenden Deutschlands, ohne daß sie doch genügten, ein vollkommen sicheres Bild der Gesamterscheinung zu entwerfen. Giselbert von Mons, Giselbertus Hanoniensis, berichtet aus den letzten Jahrzehnten des 12. Jahrhunderts über zahlreiche Einzelhergänge seiner Heimat, die belegen, daß im Grenzgebiet deutschen und französischen Wesens starke Landesaufgebote in den zahlreichen Fehden der Gegend damals außerordentlich häufig waren. So wenig die Gegner sich gruppieren nach ihrer Volksangehörigkeit, so wenig ist irgendein Unterschied zu entdecken in ihrer Auffassung der Kriegsleistungen. Deutlich heben sich bei den Völkern die milites, equites, servientes, sariandi von der großen Masse der pedites, des bewaffneten Landvolks, ab, und diesen Unterschied lassen die Quellen auch an vielen anderen Stellen des Reiches erkennen.

Sobald sich aber ein mehr oder weniger berufsmäßiger Kriegerstand entwickelt hatte, war es zum Soldwesen nur noch ein Schritt.

Schon aus den frühen Zeiten germanischer Staatenbildung läßt sich vereinzelt nachweisen, daß Krieger nicht als Gefolgsgenossen, Lehnsleute oder Heerbannpflichtige dienen, sondern um Lohn. Im entstehenden deutschen Reiche hat das wohl etwas später eingesetzt als bei den Romanen des Westens und Südens, ist aber im 11. Jahrhundert schon im Brauch, im 12. ziemlich verbreitet, im 13. allgemein. Stipendiati, solidarii, soldarii (von solidus) sind in den Heeren Friedrich Barbarossas wiederholt nachweisbar, ebenso in denen der zeitgenössischen Fürsten. Sie werden auch als Brabantini bezeichnet, was wieder auf deutsch-französisches Grenzgebiet hinweist; der Kölner Erzbischof Philipp von Heinsberg führt sie als »Rotte« gegen Heinrich den Löwen. Philipp II. August von Frankreich hat sich ihrer besonders bedient. Daß französisches Vorbild mitwirkte, belegt auch die »rote von Burgundie« und die »von Sente Ylien« (St. Gilles im Languedoc, Dep. Gard), von denen die Sächsische Weltchronik zu berichten weiß. Ihre Hauptstärke bestand in Fußstreitern. Die voraufgegangenen Jahrhunderte hatten den Reiterdienst zur Regel gemacht.

für weitere Heerfahrten zu alleiniger Geltung gebracht. Jetzt gewann das Fußvolk wieder Bedeutung. Doch haben auch zahlreiche Berittene um Sold gedient. Aus Reisigen und Knechten setzen sich die Söldnerheere des späteren Mittelalters zusammen, jene sich ergänzend aus Ministerialen, Freien, Adligen, diese aus den breiten Massen besonders der ländlichen Bevölkerung, in der so der Sinn für das Waffenhandwerk lebendig blieb oder neu belebt wurde.

Das Söldnerwesen hat den Kriegen und Schlachten Europas durch ein volles halbes Jahrtausend seinen Stempel aufgedrückt, den Gedanken einer allgemeinen Wehrpflicht so gut wie vollständig zurückgedrängt. Der Betrieb wurde ein Geschäft, dem Angehörige aller Stände vom Fürsten bis herab zum Bauernknecht nachgingen. In den fürstlichen Kreisen bildete sich das Pensionssystem heraus, aus dem nach dem Dreißigjährigen Kriege das Subsidienwesen wurde. Man verpflichtete sich, gegen regelmäßige Bezüge im Kriegsfalle Mannschaften heranzuführen; seit dem 13. Jahrhundert sind so deutsche Fürsten in die Politik, besonders der Westmächte, hineingezogen, ausländischen Herrschern dienstbar geworden. Mehr als einmal hat das auch zu offener oder versteckter Gegnerschaft gegen das Reich geführt. Adlige Herren, die kriegerischen Ruf erworben hatten, brachten mit Leichtigkeit Haufen von Reisigen und Landsknechten zusammen, die sie, wenn sie nicht auf Grund von Soldverträgen zu liefern waren, dem Meistbietenden zur Verfügung stellten, und erwarben auf diesem Wege Wohlstand, Ansehen, ja Macht. Nicht alle waren so ansprechende Persönlichkeiten wie Georg von Frundsberg und Franz von Sickingen. Es gab auch Männer darunter wie den Erbauer der Hohkönigsburg, Oswald von Türstein, der in der Reichsacht starb, und den gewalttätigen Wilhelm von Grumbach, den Urheber der nach ihm benannten Fehde. Als Begründer einer noch heute fortlebenden Adelsfamilie aus bescheidenen Anfängen heraus zeigt die Figur des Sebastian Schertlin von Burtenbach eine nicht zu übersehende Seite des Wesens. Es hat einen seiner letzten und zugleich größten Vertreter in Wallenstein gefunden, der dem Kaiser Armeen aus der Erde stampfte. Ganz verschwunden ist es erst nach den napoleonischen Kriegen.

Es ist aber meines Erinnerns kaum je hervorgehoben worden, daß dieses Söldnerwesen in vollem Umfange nur in einem Teile unseres Vaterlandes Platz griff. Die Kriege und Fehden sind zwar nirgends ohne Söldner geführt worden: aber Führer wie Mannschaften stammten lange Zeit so gut wie ausschließlich, stets weit überwiegend, aus den mehr gebirgigen Teilen unseres Vaterlandes, dem »Oberlande«, be-

sonders aus dem Süden und dem Nordwesten, einem Ursprungsgebiete des ganzen Treibens. Wenn in der Schlacht bei Pavia der geldernsche »schwarze Haufe« von Frundsbergs und Sittichs Oberdeutschen fast bis auf den letzten Mann zusammengehauen wurde, so erbitterte nicht nur der Gegensatz des französischen und kaiserlichen Dienstes, sondern auch der Wettbewerb der beiden vornehmsten Rekrutierungsgebiete. Das gilt für Reisige und Knechte, gilt aber auch für ihre Führer. Sie stammen ganz überwiegend aus Oberdeutschland, wo ja auch die Ritterschaft in ihrer ungeklärten Stellung zwischen Reichs- und Landstandschaft so ungleich viel zahlreicher war und sich ihrer schwierigen Lage inmitten der Fürsten und Städte ganz anders bewußt wurde. Der kriegskundige Philipp von Hessen urteilte abfällig über die militärische Leistungsfähigkeit seiner nördlichen Standesgenossen, bei denen es wohl große und starke Pferde und Leute gebe, aber wenig kriegserfahrene Männer, und der kriegsgewohnte Albrecht Alcibiades von Brandenburg-Kulmbach schrieb 1550 an Kurfürst August von Sachsen: »Sollte der König es mit seinen Dänemarkern und Holsteinern ausrichten, die doch mehr für Frauenminner denn Kriegsleute männiglich geschätzt werden, würde dem guten Herrn schwer fallen.«

Der Unterschied darf auch bei der Beurteilung des Bauernkrieges nicht außer acht gelassen werden. Denn dieser ist keineswegs ein allgemein deutscher Hergang; sein Verbreitungsgebiet fällt nicht völlig, aber ziemlich genau mit dem des Soldnehmens und der gartenden Knechte zusammen. Die niederdeutsche Ebene, das Gebiet des alten Sachsens, kennt ihn kaum. Ihre gesunderen bäuerlichen Verhältnisse boten an sich weniger Anlaß; dann aber fehlt auch in der Bevölkerung der kriegstrotzige, kriegsgewohnte und kriegserfahrene Geist, der wagende Abenteurersinn, den das Landsknechtswesen in der Landbevölkerung, besonders der schwäbischen und fränkischen Gebiete, geweckt hatte und nährte.

Deutsche Verhältnisse sind im ganzen Lauf der Geschichte überaus mannigfaltig gewesen, so daß sie sich in großen Zügen schwer wahrheitsgetreu kennzeichnen lassen. Auch in diesem knappen Versuch einer Übersicht muß daher darauf hingewiesen werden, daß die Entwicklung in gewissen Gegenden des Vaterlandes und in gewissen Bevölkerungsteilen eine andere war. Anders war sie in Landgemeinden des äußersten Südens und Nordens, im Hochgebirge und an der Nordseeküste, anders bei den Bürgern der Städte. Die Eidgenossen der drei alten Orte und was sich an sie anschloß, ebenso die Walliser und die bündnerischen Bauern sowie die des Abtes von St. Gallen,

die Appenzeller, haben aus eigenem Antrieb die Waffen zur Verteidigung der Heimat, ihres Rechtes und ihrer Ansprüche ergriffen und sich eine eigenartige Wehrverfassung geschaffen, deren Grundlage die allgemeine Wehrpflicht war und blieb. Auch von den Tirolern, die im Spanischen Erbfolgekriege und gegen Napoleon ihr Land verteidigten, kann man Ähnliches sagen und mehr noch von den Friesen in den schwer zugänglichen Marschstrichen an der Nordsee und von der sächsisch-friesischen Bauernschaft des abgeschlossenen Dithmarschen. Überall erhält sich altgermanische Waffenfertigkeit im Dienst der heimischen Freiheit. Wenn sie im Norden der andrängenden Landesherrschaft erlag, so liegt das an der geringen Ausdehnung der in Frage kommenden Gebiete und an ihrem völligen Mangel geographischen Zusammenhangs. Doch ist auch hier auf einen tiefgreifenden Unterschied hinzuweisen. Nie hat ein Friese oder ein Dithmarscher Solddienst genommen; die ungezügelte Waffenlust hat sich lieber gegen die eigenen Landesgenossen ausgetobt, als daß sie Fremden pflichtig geworden wäre. Bei den Eidgenossen ist es Jahrhunderte lang Brauch geblieben, die Schlachten der Fremden zu schlagen: ihnen hat Reislaufen geleistet, was der heutigen Schweiz die Fremdenindustrie ermöglicht, eine Bevölkerung zu unterhalten weit über die Ertragfähigkeit des Bodens hinaus. Dem Sohne der Nordseemarschen fehlte es nicht am Nötigen; etwaige Lücken half die See füllen.

Auch dem städtischen Bürger blieb kriegerische Verpflichtung im Bewußtsein. Das ist ja gerade der Kernpunkt städtischer Bedeutung, insbesondere für deutsche Entwicklung, daß staatliche Bildungen erstehen, deren Angehörige ihre Wohlfahrt unabänderlich auf die der Gesamtheit eingestellt sehen, von ihr abhängen und für sie mit verantwortlich sind. Für die Verteidigung der eigenen Stadt ist der Bürger eingeschworen, und er hat sie in zahlreichen Fällen glänzend geleistet. Aber darüber hinaus darf man seine kriegerische Leistungsfähigkeit nicht zu hoch einschätzen. So weit sie vorhanden ist, beruht sie auch bei den Städten ganz überwiegend auf gemieteter Wehrkraft, die auch bei der eigenen Verteidigung nicht so selten eine erhebliche Rolle gespielt hat. Die im allgemeinen reichlicher zur Verfügung stehenden Geldmittel gewährten sogar gegenüber den Fürsten einen gewissen Vorsprung. Er wurde aber völlig ausgeglichen durch die Schwierigkeiten, die den städtischen Herren aus der Oberleitung der ja zu allermeist unter adligen Führern stehenden Söldner erwuchsen. Darauf zielt besonders der Spottvers, der, anknüpfend an eine gewisse Neigung zur Großsprecherei, zum Aufpochen und Bramarbasieren, wie sie nicht erst an moderner Großstadtbevölkerung beobachtet werden kann, auf die Städter gedichtet wurde, in den hier die Lübecker

eingesetzt sein mögen, ohne daß er allein auf sie angewandt worden wäre,

Lubicenses sunt sicut enses semper acuti;
Proelia poscunt nec bene noscunt ensibus uti.

Die bürgerliche Kriegstüchtigkeit hat aber auch ihre Zeit gehabt. Im Schmalkaldischen Kriege spielten die oberdeutschen Städte eine ziemlich traurige Rolle. Auch die größten und reichsten unter ihnen wagten keinen Widerstand gegen Karl V., sondern erkauften den Frieden. Die gleichzeitige mannhafte und erfolgreiche Gegenwehr Bremens und Magdeburgs hebt sich davon vorteilhaft ab. Überhaupt haben, anders als bei der Landbevölkerung, die Städte des Nordens länger kriegerische Kraft bewahrt als die des Südens. Hier wiederholen sich im Dreißigjährigen Kriege die Hergänge des Schmalkaldischen, während im Norden Braunschweig zweimal (1605 und 1611) eine harte Belagerung seines vom dänischen Könige unterstützten Herzogs aushält, Magdeburg 1631 erst nach verzweifelter Gegenwehr von Tilly überwältigt wird, Wallenstein von Stralsund ergebnislos abziehen muß und Lübeck, Hamburg und Bremen während des ganzen Dreißigjährigen Krieges nie einen fremden Kriegsmann in ihren Mauern gesehen haben. Um die Zeit, als Straßburg sich widerstandslos von Ludwig XIV. vergewaltigen ließ, verteidigten Bremen und Hamburg ihre Unabhängigkeit erfolgreich gegen Schweden und Dänen. Daß in den Küstenstädten der seemännische Betrieb zu solcher Haltung mitwirkte, kann kaum ernstem Zweifel unterliegen. Denn zur See hatte die Bevölkerung dieser Städte durch alle die Jahrhunderte persönlich Außendienst geleistet; der bootsmännische Teil der Schiffsbesatzungen, der am Kampfe selbst keinen geringeren Anteil nahm als der söldnerische, die rutere tor see, ihm auch an Zahl nicht nachstand, meist wohl überlegen war, entstammte den Bürgern, und die Führer der einzelnen Schiffe waren oft Ratsherren, die der Flotten immer. Doch ist auch das dahingegangen in den Zeiten, wo Fürstenwille in Deutschland allein noch Macht darstellte. Während des Siebenjährigen Krieges sind die Kämpfenden in Bremen aus- und eingezogen, ohne daß die Stadt zu wehren suchte, und so ist es in allen drei Hansestädten erst recht in der napoleonischen Zeit geschehen. Im »Stadtsoldaten«, im Kölner »Funken« hatte die Wehrpflicht ihren Sinn verloren. Den Spieß hatten die Bürger zur Seite gestellt; Spießbürger waren sie aber geblieben.

Aber gerade dem Landesfürstentum wird die Erhaltung eines gewissen kriegerischen Sinnes wesentlich mit verdankt: ihm war es vorbehalten, in wichtigere, zukunftsreichere Bahnen einzulenken.

Das Söldnerwesen war mehr fremden als deutschen Ursprungs. Aber bei keinem Volke Europas, etwa mit der einzigen Ausnahme der sogenannten »Schotten«, der Irländer, war es so in Aufnahme gekommen wie bei den Deutschen. Sie füllten Europas Heere. Es hatte das zweifellos einen Grund in angestammter Neigung, aber sicher kaum weniger, ja mehr in der wirtschaftlichen Enge und der Unerfreulichkeit so mancher Verhältnisse, die zu ertragen gerade tatenfrohen, unternehmungslustigen Männern schwer fiel. Der ausländische Solddienst geht nach dem Dreißigjährigen Kriege stark zurück, und zwar nicht allein, weil es an Menschen fehlte, sondern mehr noch, weil die souveränitätsfrohen deutschen Fürsten anfingen, selbst stehende Heere zu halten. Truppen bedeuteten Hebung ihrer politischen Stellung, unter Umständen auch Gelegenheit zur Füllung der fürstlichen Kasse, wie wenn Braunschweig-Lüneburger Venedigs Außenbesitzungen im 17. Jahrhundert gegen die Türken verteidigten. Die Mannschaften wurden durch Werbung aufgebracht, aber auch in erheblichem Umfange aus der Landesbevölkerung gepreßt. Und da ist auf eine neue Verschiebung hinzuweisen, die sich innerhalb unseres Volkes vollzog. Stehende Truppen hat der Norden in viel größerer Zahl aufgestellt als der Süden: hier ist Kurbayern der einzige Staat, der wenigstens zeitweise scharf in Wettbewerb getreten ist. Der Norden wird fast durchaus von dem Brauch erfaßt, auch die kleinen Machthaber, selbst geistliche Fürsten, allen voran die Landgrafen von Hessen-Kassel, deren Verkauf der Landeskinder an England das Schulbeispiel für eine der dunkelsten Partien deutscher Geschichte geworden ist. Daß aber im Norden wieder kriegerische Traditionen in weiten Kreisen der Bevölkerung erwuchsen, ist zweifellos eine Lichtseite an der ganzen, an sich so wenig erfreulichen Erscheinung. Es war ein Glück, daß sie erwachsen konnten vor allem im Anschluß an des emporsteigenden Preußens Waffenruhm. Daß Hannoveraner, Hessen, Braunschweiger, Gothaer, Schaumburger Seite an Seite fochten mit Friedrichs Heer und mit ihm Kriegsruhm erwarben, während die Reichsarmee sich mit Schmach und Schande bedeckte, ist doch nicht bedeutungslos geblieben für den weiteren Gang deutscher Geschichte.

Von vaterländischer allgemeiner Wehrpflicht war in den voraufgegangenen Jahrhunderten weder im Reich noch in den Territorien viel übrig geblieben. Doch würde es auch in einer knappen Übersicht ein falsches Bild der Entwicklung geben, würde nicht hervorgehoben, daß sie nicht völlig in Vergessenheit geraten ist. Allgemeines Aufgebot zur Erhaltung des öffentlichen Friedens läßt sich bis ins 16. Jahrhundert, ja darüber hinaus, fast überall im Reiche nachweisen, und der Landesverteidigung hat es in zahlreichen Fällen und keineswegs

immer nebensächlich gedient. Den Hussiteneinfällen ist nicht immer, aber doch wiederholt auf diese Weise mit Erfolg gewehrt worden. Als im Herbst des Jahres 1523 der letzte nordische Unionskönig Christian II., der im April aus Kopenhagen entwichen war, mit großer Heeresmacht, zu der zahlreiche deutsche Fürsten und fast alle namhaften Söldnerführer der Zeit ihre Scharen gestellt hatten, an der holsteinischen Landesgrenze erschien, sein Reich zurückzugewinnen, trat ihm das Landesaufgebot entgegen, mit den Adligen die roßdienstpflichtigen Bauern, die es hier noch gab, und die Massen des Landvolks und der Städte, insgesamt in einer Stärke von vielleicht 80000 oder mehr Mann, so daß der König von seinem Beginnen abstand. Hundert Jahre später rückten Tilly und Wallenstein gegen die gleiche Grenze heran, Christian IV. im eigenen Reiche zu bekämpfen. Alle Männer von 18 bis 55 Jahren wurden aufgeboten; es fand sich aber nichts zusammen, was man dem einbrechenden Feinde hätte entgegenwerfen können. Bessere Erfahrungen machte man damals in Württemberg. An der Nördlinger Schlacht haben Teile des Landesaufgebots rühmlichen Anteil genommen; die weißen Zwillichröcke der in dem ungleichen Kampf zahlreich Erschlagenen erinnern an die erst später auftauchende Erzählung vom weißen Regiment der Pforzheimer unter seinem Bürgermeister Daimling in der Schlacht bei Wimpfen. Auch im Spanischen Erbfolgekriege hat das württembergische Aufgebot der Landesverteidigung noch wiederholt gedient. Aus anderen Teilen Deutschlands ließen sich weitere Beispiele heranziehen. Sie belegen in ihrer Vereinzelung doch nur, daß von irgendwelcher allgemeineren oder regelmäßigen Heranziehung der Volkskraft zur Landesverteidigung nicht die Rede sein kann. Man würde, mit Ausnahme Schwedens, auch auf keine wesentlich andere Sachlage stoßen, wenn man die Verhältnisse der übrigen europäischen Länder und Staaten daraufhin musterte.

Der Antrieb zu den Änderungen des 19. Jahrhunderts ist von zwei Seiten hergekommen, von Preußens Emporsteigen und von der französischen Revolution. Die entscheidenden Hergänge sind bekannt. Noch die Streitkräfte des Großen Kurfürsten setzten sich zusammen wie andere Heere der Zeit. Friedrich Wilhelm I. schritt zur Kantonierung, wie man es zu bezeichnen pflegt, der Einschreibung gewisser Teile der Bevölkerung für den Dienst im stehenden Heere, ein Verfahren, das Schweden in anderer Form schon seit Karl XI. kannte, und das im 18. Jahrhundert von kleineren deutschen militärfreudigen Fürsten nachgeahmt worden ist. Daneben bestand die übliche Werbung fort. Die Erfolge der Revolutionsheere, wie sie aus der levée en masse hervorgingen, ebneten dem Gedanken der Heranziehung der Volkskraft aber vollends die Bahn. Beim letzten Versuche Österreichs, der Macht Napoleons

Schranken zu setzen, wirkte schon ein Landsturm nachdrücklich mit. Aus der französischen Erhebung des Jahres 1793 ergab sich als dauernde Gestaltung die Konskription, die Militärpflicht mit der Abschwächung der Stellvertretung. Sie ist, von England abgesehen, die Grundlage der Heeresverfassung so ziemlich aller europäischen Staaten geworden, auch der Glieder des 1815 ins Leben gerufenen Deutschen Bundes mit alleiniger Ausnahme der beiden freien Städte Frankfurt und Bremen, die am Werbesystem festhielten. Nur Preußen schlug eine andere Richtung ein. Der Erhebung gegen Napoleon, die sich noch nicht auf der Grundlage allgemeiner Wehrpflicht vollzogen hatte, folgte am 3. September 1814 deren gesetzliche Einführung.

Sie ist seitdem, zwar nicht immer in der gleichen Form, doch aber ununterbrochen in Geltung gewesen, ist von Preußen auf den Norddeutschen Bund und die süddeutschen Staaten übertragen und dann vom Reiche übernommen worden. Auch haben sich ihr nach und nach alle größeren europäischen Staaten, zuletzt inmitten dieses Krieges noch das Britische Reich, angeschlossen; die Vereinigten Staaten stehen vielleicht im Begriff, es zu tun. Es ist diese Entwicklung, die Wirkung eines in der Form zuerst von Preußen gegebenen Beispiels, die im Auslande fast allgemein als preußischer Militarismus verschrien, auch bei uns selbst nicht nur vor, sondern auch nach der Begründung des Reiches nicht so selten heftig bekämpft worden ist. Zur Zeit des Deutschen Bundes war in weitesten Kreisen Milizheer die Losung: »Soldaten im Frieden sind Öfen im Sommer.« Jetzt wird sie von den Gegnern für alles Elend in der Welt verantwortlich gemacht. Sie nahm ihren Ursprung aus einer Notlage, wie sie schlimmer kaum je über einen Staat hereingebrochen ist. Denn man sucht in der Geschichte vergebens nach einem Beispiel, daß ein noch lebensfähiger Staat so an den Rand des Unterganges gedrängt wurde wie Preußen in den Jahren 1807 bis 1813. Sonst werden die Völker gepriesen, die sich aus eigener Kraft retten. In Frankreich gesteht man aber nicht zu, daß der Aufschwung, der sich aus der Revolution ergab, mißbraucht wurde, indem man ihn benutzte, weit hinaus über alles, was die Sicherheit des Heimatlandes erfordern konnte, fremden Völkern französisches Gebot aufzuzwingen. Man sieht auch nicht, will jedenfalls nicht zugeben, daß dem »preußischen Militarismus«, wie er sich aus einer Staatsnotwendigkeit ergab, unausweichlich eine Aufgabe zuwuchs, deren Lösung die Geschichte forderte, die Aufrichtung deutscher Einheit.

Dem nationalen Gedanken, den die französische Revolution selbst ja so mächtig förderte, verdanken Deutschland und Italien ihre neuzeitliche Wiedergeburt. Die Neubildung eines geeinigten deutschen Staatswesens lag um so zwingender im Gange der allgemeinen Entwicklung,

als Deutschland, abweichend von Italien, mit Ausnahme der wenigen Jahre von Franz' II. Verzicht auf die deutsche Kaiserkrone bis zur Begründung des Deutschen Bundes, ununterbrochen einen gewissen staatlichen Zusammenhang bewahrt hatte. Die neue Gestaltung hat sich nur gewinnen lassen unter Anwendung von Waffengewalt, zunächst gegen die heimischen Widersacher jeder festeren Einigung, dann gegen Frankreich, das nun einmal beherrscht wurde und beherrscht wird von der Vorstellung, deutsche Einheit sei unverträglich mit Frankreichs berechtigten Machtansprüchen. Als diese Gegnerschaft ausgefochten war, stand deutscherseits nichts im Wege, gemeinsam an den Aufgaben der Menschheit zu arbeiten, wie wir es, nicht nur in Worten, sondern der Tat nach, auch jederzeit als die Aufgabe aller gesitteten Völker anerkannt haben. Von irgendwelcher Neigung, Frankreich weiter zu bekämpfen, war wahrlich im deutschen Volke nicht eine Spur zu entdecken. Aber gerade unsere Bemühungen um friedliche Betätigung haben uns neue Neider und Gegner, den Franzosen Bundesgenossen zugeführt, die in der Mitte Europas ein starkes, freies Volk, das in Mitbewerb treten kann um die Güter dieser Welt, nicht dulden mögen. So ward uns die Prüfung auferlegt, die wir jetzt mit Gottes Hilfe bestehen. Wir könnten sie nicht bestehen ohne die allgemeine Wehrhaftigkeit unseres Volkes. Wir hatten und haben keine andere Wahl, als entweder bis an die Zähne gewappnet zu sein oder wieder zu werden, was wir vor unserer Einigung waren, ein Volk, das vorlieb nimmt mit dem, was andere von den Gütern der Erde ihm gestatten mögen, dessen Angehörige froh sind, ja sich geehrt fühlen, um fremden Lohn zu arbeiten, irdische und geistige Güter zu schaffen. Es ist nun einmal nicht anders, unsere geographische Lage, unsere Geschichte gestatten uns nicht anders zu leben als mit dem »Schwerte an den Lenden, mit dem Spieß in der einen, der Kelle in der anderen Hand«.

Selbst dieser knappe Überblick hat gezeigt, daß es in der Vorzeit eigentlich nie war, wie es gegenwärtig ist, nie geleistet wurde, was heute geleistet wird, auch in den ersten germanischen Anfängen nicht. Denn die Wanderungen der Vorfahren, die mit Weib und Kind auszogen, neue Wohnsitze zu suchen, können zum Vergleich nicht herangezogen werden; anders aber ist die volle Volkskraft höchstens in einzelnen Reichsteilen und für Wochen oder allenfalls Monate kriegerisch verwertet worden. Eine Verpflichtung, die jeden erfaßte, hat stets nur für die Landesverteidigung bestanden. So kann unsere heutige Wehrordnung auf kein älteres deutsches Vorbild zurückblicken, hat es auch bei ihrer ersten Begründung nur in mehr oder

weniger schwärmerischen Vorstellungen vom alten Germanentum getan. Es waren nicht in erster Linie germanische Erinnerungen, die im Gesetz von 1814 lebendig wurden. Der Gedanke war geboren aus der Not der Zeit, soweit der Vergangenheit gedacht wurde, mehr aus der antiken als aus der germanischen Auffassung vom Staat. Das politische Leben des 18. Jahrhunderts hat der Antike starke Antriebe entnommen, häufig allerdings mehr in einer Begeisterung für Namen als im Anschluß an ihren Inhalt. Deutsche Bildung rühmt sich mit Recht, mehr mit klassischem Geiste durchtränkt zu sein als irgendeine andere; sie kann das auch von ihrer Auffassung vom Staate sagen. Er ist uns keine Handhabe für Sonderinteressen irgendwelcher Art: er ist uns die Verkörperung der Gesamtheit, in deren Dienst jeder einzelne sich zu stellen hat, deren Wohlfahrt allein Richtschnur jedes Einzelbegehrens sein darf. Wir kennen und haben kein anderes Königtum als ein soziales, und unser Reich ist und wird sozial ausgebaut wie kein anderer Staat der Welt. Das darf festgestellt werden gegenüber den unerhörten Auslassungen des amerikanischen Professor-Präsidenten, die richtig zu kennzeichnen hier nicht möglich ist, weil es nur in Worten geschehen könnte, die in diesen Räumen nicht gehört werden dürfen. Wenn wir aber in dieser Hingebung ans Ganze Stärke und Rettung finden, so wollen wir nicht vergessen, wie diese Gesinnung in uns emporwuchs und Kraft gewann im Anschluß an die Alten. Das Geschlecht, das an der Wiege unserer Wehrverfassung stand, hatte engste geistige Fühlung mit ihnen. Es ist Anlaß, daran zu erinnern, daß wir sie nicht aufgeben können, ohne das Beste in uns zu gefährden. Kriegstüchtigkeit und kriegerischer Sinn wohnen in uns von den Altvordern her; die Werke des Friedens lehrte uns christliche Gesittung werten und üben; Hingebung an den Staat aber wird nirgends so rein gelehrt wie auf den Höhen antiker Bildung. Sie steht vaterländischer, deutscher Gesinnung nicht im Wege, sondern ist eine ihrer festesten Grundlagen. In ihrem Sinne erzieht uns unser vielgeschmähter Militarismus »zu selbstentsagender Pflichttreue und verleiht das Selbstbewußtsein und das Ehrgefühl des wahrhaft freien Mannes«, wie die Erklärung der Hochschullehrer des Deutschen Reiches es ausdrückte. Pflichttreue und Selbstachtung sollen Inhalt deutschen Wesens sein und bleiben.

Sodann erfolgten Mitteilungen über eine akademische Preisaufgabe aus dem Gebiete der Philosophie, über ein Preisausschreiben aus dem Cotheniusschen Legat, über ein Stipendium der Eduard-Gerhard-Stiftung und über eine Stiftung zur Förderung der kirchen- und religionsgeschichtlichen Studien im Rahmen der römischen Kaiserzeit (saec. I—VI).

Akademische Preisaufgabe aus dem Gebiete der Philosophie.

Die Akademie hat in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914 folgende Preisaufgabe gestellt: »Der Anteil der Erfahrung an den menschlichen Sinneswahrnehmungen soll systematisch untersucht und dargestellt werden. Es kommt nicht darauf an, daß die Menge der in der physiologischen und psychologischen Literatur angehäuften Einzeltatsachen gesammelt, sondern darauf, daß die verschiedenen Formen der sinnlichen Erfahrung so scharf als möglich nach Art und Grenzen ihrer Wirksamkeit bestimmt und die gemeinsamen Faktoren und Gesetzlichkeiten in den verschiedenen Sinnesgebieten aufgezeigt werden. Genaue Nachprüfung der verwerteten Beobachtungen ist erforderlich, größere selbständige Experimentaluntersuchungen über entscheidende Punkte sind erwünscht.«

Bewerbungsschriften, die bis zum 31. Dezember 1916 erwartet wurden, sind nicht eingelaufen; die Akademie zieht die Aufgabe heute vorläufig zurück und behält sich vor, sie in der ersten Leibniz-Sitzung nach wiederhergestelltem Frieden von neuem auszuschreiben.

Preisausschreiben aus dem Cotheniusschen Legat.

Die Akademie hat in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914 zum dritten Male folgende Preisaufgabe aus dem Cotheniusschen Legat ausgeschrieben:

»Der Entwickelungsgang einer oder einiger Ustilagineen soll möglichst lückenlos verfolgt und dargestellt werden, wobei besonders auf die Überwinterung der Sporen und Myeelien Rücksicht zu nehmen ist. Wenn irgend möglich, sind der Abhandlung Präparate, welche die Frage entscheiden, beizulegen.«

Bewerbungsschriften, welche bis zum 31. Dezember 1916 erwartet wurden, sind auch diesmal nicht eingelaufen; da aber die vor dem Kriege erschienene mykologische Literatur zeigt, daß von verschiedenen Seiten den in der Aufgabe gestellten Fragen nähergetreten worden ist, hat die Akademie beschlossen, die Aufgabe nochmals unverändert auszuschreiben.

Der ausgesetzte Preis beträgt zweitausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache abgefaßt sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluß der zuständigen Klasse von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äußerlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. Dezember 1920 im Bureau der Akademie, Berlin NW 7, Unter den Linden 38, einzuliefern. Die Verkündigung des Urteils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1921.

Sämtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangenen Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urteilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Stipendium der Eduard-Gerhard-Stiftung.

Das Stipendium der Eduard-Gerhard-Stiftung war in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1916 für das laufende Jahr mit dem Betrage von 9700 Mark ausgeschrieben. Die philosophisch-historische Klasse der Akademie hat beschlossen, von dieser Summe 5000 Mark Hrn. Dr. Siegfried Loeschcke in Trier zur Bearbeitung der antiken Lampen zu bewilligen.

Für das Jahr 1918 wird das Stipendium mit dem Betrage von 7100 Mark ausgeschrieben. Bewerbungen sind vor dem 1. Januar 1918 der Akademie einzureichen.

Nach § 4 des Statuts der Stiftung ist zur Bewerbung erforderlich:

1. Nachweis der Reichsangehörigkeit des Bewerbers;
2. Angabe eines von dem Petenten beabsichtigten, durch Reisen bedingten archäologischen Planes, wobei der Kreis der archäologischen Wissenschaft in demselben Sinne verstanden und anzuwenden ist, wie dies bei dem von dem Testator begründeten Archäologischen Institut geschieht. Die Angabe des Planes muß verbunden sein mit einem ungefähren, sowohl die Reisegelder wie die weiteren Ausführungsarbeiten einschließenden Kostenanschlag. Falls der Petent für die Publikation der von ihm beabsichtigten Arbeiten Zuschuß erforderlich erachtet, so hat er den voraussichtlichen Betrag in den Kostenanschlag aufzunehmen, eventuell nach ungefährem Überschlag dafür eine angemessene Summe in denselben einzustellen.

Gesuche, die auf die Modalitäten und die Kosten der Veröffentlichung der beabsichtigten Forschungen nicht eingehen, bleiben unberücksichtigt. Ferner hat der Petent sich in seinem Gesuch zu verpflichten:

1. vor dem 31. Dezember des auf das Jahr der Verleihung folgenden Jahres über den Stand der betreffenden Arbeit sowie nach Abschluß der Arbeit über deren Verlauf und Ergebnis an die Akademie zu berichten;
2. falls er während des Genusses des Stipendiums an einem der Palilientage (21. April) in Rom verweilen sollte, in der öffentlichen Sitzung des Deutschen Instituts, sofern dies gewünscht wird, einen auf sein Unternehmen bezüglichen Vortrag zu halten;
3. jede durch dieses Stipendium geförderte Publikation auf dem Titel zu bezeichnen als herausgegeben mit Beihilfe des Eduard-Gerhard-Stipendiums der Königlichen Akademie der Wissenschaften;
4. drei Exemplare jeder derartigen Publikation der Akademie einzureichen.

Stiftung zur Förderung der kirchen- und religionsgeschichtlichen Studien im Rahmen der römischen Kaiserzeit (saec. I—VI).

Bei der Stiftung zur Förderung der kirchen- und religionsgeschichtlichen Studien im Rahmen der römischen Kaiserzeit (saec. I—VI) waren für das Jahr 1917 1788 Mark verfügbar. Das Kuratorium der Stiftung hat beschlossen, hiervon 1000 Mark für den Indexband zu der Cohn-Wendlandschen Philo-Ausgabe zu bewilligen, den herzustellen Hr. Oberlehrer Dr. Hans Leisegang in Markranstädt bei Leipzig übernommen hat. Der Rest von 788 Mark wächst dem Kapital der Stiftung zu.

Verleihung der Leibniz-Medaille.

Schließlich verkündete der Vorsitzende die Verleihung einer goldenen Leibniz-Medaille und beendete die Festsitzung mit einem Schlußwort:

Es liegt mir nach der Ordnung dieses Tages ob, über die Verleihung von Leibniz-Medaillen zu berichten. Wie in den Vorjahren hat die Akademie darauf verzichtet, silberne Medaillen zu verteilen: es widerstrebte ihr, zu einer Stunde, da Deutschlands beste Kraft in dem Daseins- und Zukunftskampfe des Vaterlandes steht, wissenschaftliche Leistungen hier zu rühmen und zu krönen, die sich notwendig abseits von dieser großen gemeinsamen Aufgabe abspielen mußten: so gerne sie die treue Arbeit anerkennt, die ihre Pfade redlich weiter

verfolgt, so vertagt sie doch ihre laute Ehrung lieber auf friedlichere Stunden. Dagegen schien es ihr dem Sinne dieser Auszeichnung höchst angemessen, die goldene Leibniz-Medaille einem Manne zu verleihen, der in wiederholter weitgehender Opferwilligkeit große Mittel in den Dienst kriegstechnischer Wissenschaft gestellt hat. Wir Deutschen sind längst stolz darauf, daß sich bei uns reine und angewandte Wissenschaft gegenseitig durchdringen, und der Krieg hat überreiche Beweise dafür erbracht, welchen Vorsprung wir selbst England gegenüber grade der rein wissenschaftlichen Grundlegung auch technischer Bemühungen verdanken. Schon das Kaiser-Wilhelms-Institut für physikalische Chemie, zu dem eine beträchtliche Schenkung des Geh. Commerzienrats Hrn. Leop. Koppel vor Jahren den Grund legte, hat gerade in dieser Richtung eine bedeutende Rolle gespielt. Durch noch größere Stiftungen hat Hr. Koppel seitdem nachdrücklich bewährt, welches Gewicht er dem engen Zusammenwirken der reinen Wissenschaft mit der militärischen und praktischen Leitung unserer Kriegstechnik beimißt. Die Akademie erkennt es dankbar an, daß der Stifterwille Hrn. Koppels ihr selbst in diesem Zusammenhange einen würdigen Platz von sachgemäßem Einfluß sichern half, und so sind es nicht nur die großen Schenkungen, sondern es ist vor allem der Geist, in dem sie erfolgten, der die Akademie zu dem Beschlusse leitete, dem Geh. Commerzienrat Hrn. Leopold Koppel am heutigen Leibniz-Tage die goldene Leibniz-Medaille zu verleihen. Es ist mir eine besondere Freude, den also ausgezeichneten Mann heute persönlich unter uns begrüßen zu dürfen. Nicht in gewichtigem Edelmetall können wir Ihnen, verehrter Hr. Koppel, die Medaille darbringen: alles echte Gold gehört dem Vaterlande. So muß Ihnen in dieser Stunde unser herzlicher Glückwunsch genügen. Möge der Augenblick nicht fern sein, der es uns vergönnt, Ihnen mit gutem Gewissen jene rühmlich verdiente Denkmünze selbst zu überreichen, die ich Ihnen an diesem Festtage nur verkünden darf.

Als Sie, hochverehrte Anwesende, den nicht ganz kurzen Aufstieg zu unserm Sitzungssaale überwunden hatten, da werden Sie, in seiner Vorhalle verweilend, das stattliche Gemälde mit hohem Interesse betrachtet haben, das, von Wilhelm Papes Künstlerhand geschaffen, einen denkwürdigen geschichtlichen Augenblick aus dem Leben der Akademie darstellt. Frau Director Franziska Minden habe ich heute ebenso wie dem Künstler den Dank der Akademie auszusprechen für das wertvolle Erinnerungsbild, das die letzte öffentliche Sitzung der Akademie im alten schlichten Hause festhält und das uns, je ferner uns jene Sitzung rückt, um so mehr an Erinnerungswert gewinnt. Schon heute werden so manche unter Ihnen mit Bewegung auf jenem

Bilde in der vordersten Reihe der damaligen Akademiker Gustav von Schmollers feinen klugen Kopf begrüßt und wehmütig des Verlustes gedacht haben, den wir heute in der Frische des ersten Schmerzes empfinden.

Die Akademie hat jenes alte Haus $1^1/_2$ Jahrhunderte bewohnt. Kaum eingezogen, hat sie dort den Krieg der sieben Jahre erlebt; dort hat sie die furchtbar schwere Zeit der Napoleonischen Kriege durchgemacht, ohne je eine Sitzung ausfallen zu lassen. Es ist unvergessen in unsrer Geschichte, daß sich grade in der Periode von Jena bis Leipzig jene Wandlung anbahnte, die dem Rückschauenden heute als der größte Fortschritt der Akademie, ja als eine Neugeburt deutscher Wissenschaft erscheint. Diese Erinnerung stärkt uns zu dieser Stunde. Gewiß, wir ersehnen alle den würdigen und glücklichen Frieden, der uns ungeteilter wissenschaftlicher Forschung zurückgibt, der uns wieder die belebende, immer neu sprießende Mitwirkung jugendlicher Kräfte gönnt, die uns jetzt so lange schon durch Taten und Tod grausam verkümmert wird. Aber wir bleiben uns zugleich bewußt, welche innere Läuterung und Stärkung das strenge Stahlbad des Krieges einem gesunden Volke, einer gesunden nationalen Wissenschaft bedeuten kann. Was Naturwissenschaft und Technik jetzt schon auf Tritt und Schritt an den neuen Aufgaben verspüren, die der Krieg in jeder seiner Phasen, auf jedem seiner Schauplätze schier unerschöpflich erzeugt, das fühlen wir auch heranschwellen in den Fragen, die diese neue Erprobung der Menschen, der Völker, der Staaten und ihrer Cultur an Philosophie und Geschichte richten werden. Ungeheures Erleben, dem Schwachen ein Verhängnis, ist dem Starken ein Heil. Möge die deutsche Wissenschaft diese Feuerprobe in Gesinnung, Willen und Tat männlich bestehn!

Ausgegeben am 5. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



SITZUNGSBERICHTE

DER



KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

JAHRGANG 1917

ZWEITER HALBBAND. JULI BIS DEZEMBER

STÜCK XXXIII—LIII MIT EINER TAFEL,
DEM VERZEICHNIS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER

BERLIN 1917
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER



INHALT



1917 XXXIII. XXXIV. XXXV. XXXVI

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Schottky las über die Theta von drei Veränderlichen als elliptisch-hyperelliptisch betrachtet. (Ersch. später.)

Es wird, nach einigen historischen Vorbemerkungen, die Theorie der Thetafunktionen von drei Veränderlichen auf Goepelsche Art entwickelt, und zwar so, daß man dazu kommt, sie als elliptisch-hyperelliptische aufzufassen.

2. Hr. Norden überreichte den Bericht der Kommission für den Thesaurus linguae Latinae über die Zeit vom 1. April 1916 bis 31. März 1917.

3. Hr. Burdach überreichte einen neuen Teil seines im Auftrage der Akademie herausgegebenen Werkes 'Vom Mittelalter zur Reformation, Forschungen zur Geschichte der deutschen Bildung' (Bd. III, 1): »Der Ackermann aus Böhmen«, hrsg. von A. Bernt und K. Burdach (Einleitung. Kritischer Text, Vollständ. Lesartenapparat. Glossar, Kommentar, Bildbeilagen). Berlin 1917.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Robert Helmert am 15. Juni und das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hrn. Gustav von Schmoller am 27. Juni durch den Tod verloren.

Bericht der Kommission für den Thesaurus linguae Latinae über die Zeit vom 1. April 1916 bis 31. März 1917.

Von Eduard Norden.

Die Kommission hat, da keine dringende Veranlassung vorlag, auch im Jahre 1916 keine Zusammenkunft abgehalten und die Frühjahrssitzung 1917 einstweilen vertagt.

Die Drucklegung litt unter großen Störungen, da die Teubnersche Offizin durch Mangel an Arbeitskräften stark bedrängt wurde: so häuft sich langsam im Bureau eine Menge ungedruckten Manuskripts an Es besteht die Hoffnung, daß der Druck demnächst wiederaufgenommen wird.

Der Finanzplan für 1917 ist am 1. April d. J. wie folgt festgesetzt worden:

Einnahmen.

Beiträge der fünf Akademien	30000 Mark,
Sonderbeitrag von Wien	1000 »
Beitrag der Wissenschaftlichen Gesellschaft zu Straßburg	600 »
Giesecke-Stiftung 1916	5000 »
Zinsen, rund	150 »
Honorar von Teubner für 40 Bogen (4 Onomastikon)	6064 »
Stipendien des Kgl. Preußischen Ministeriums	2400 »
Beiträge Hamburg	1000 »
» Württemberg	700 »
» Baden	600 »
Summa	47514 Mark.

Ausgaben.

Gehälter des Bureaus	31000 Mark,
Laufende Ausgaben	3500 »
Honorar für 40 Bogen	3200 »
Verwaltung (einschließlich Mietsbeitrag, Heizung, Angestelltenversicherung, Material- und Namenordnung)	5000 »
Exzerpte und Nachträge	1000 »
Unvorhergesehenes	500 »
Sparfonds	3000 »
Summa	47200 Mark.

Im Jahre 1916 betrugen

die Einnahmen	49036.99 Mark,
die Ausgaben	48730.38 »
Überschuß	306.61 Mark.

Unter den Ausgaben sind verrechnet 5500 Mark, die als Rücklage für den Sparfonds verwendet worden sind.

Die als Reserve für den Abschluß des Unternehmens vom Buchstaben P an bestimmte Wölfflin-Stiftung betrug am 1. Januar 1917 72700 Mark.

Bestand des Thesaurusbureaus am 31. März 1917:

Generalredaktor Prof. Dr. Dittmann (vom Preußischen Staat beurlaubter Oberlehrer), 2. Redaktor Prof. Dr. Jachmann (bis zum 1. April 1917).

Sekretäre: Prof. Dr. Hey (vom Bayerischen Staat beurlaubter Oberlehrer) und Dr. Bannier.

Assistenten: Dr. Wulff, Dr. Hofmann, Dr. Rubenbauer (im Felde), Dr. Bacherler, Edwin Brandt, Dr. Ida Kapp, Fr. Müller.

Beurlaubter Gymnasialoberlehrer (außer den obengenannten): Dr. Lackenbacher (beurlaubt vom k. österreichischen Ministerium für Unterricht; im Felde).

Ausgegeben am 26. Juli.



SITZUNGSBERICHTE 1917.
XXXIV.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

*1. Hr. Struve sprach über den neuen großen Refraktor der Babelsberger Sternwarte.

Seit anderthalb Jahren sind die Beobachtungen am neuen Refraktor von 65 cm Öffnung, dem ersten von der Firma Zeiß gebauten großen Instrumente dieser Art, im Gange. Der Vortragende berichtet über die neuen Einrichtungen, über die zur Prüfung der optischen und mechanischen Teile des Instruments angestellten Untersuchungen sowie über die Aufgaben, welche an demselben in Angriff genommen sind.

2. Hr. Struve legte eine Abhandlung von Hrn. Prof. Dr. P. Kempf in Potsdam vor: Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken.

Aus Messungen von Kalziumflocken auf spektroheliographischen Aufnahmen, welche im Jahre 1906 auf dem Astrophysikalischen Observatorium gemacht worden sind, läßt sich die scheinbare Bewegung der Flocken auf der Sonne ableiten und daraus auf die mittlere Höhenlage dieser Gebilde über dem Niveau der Photosphäre schließen.

Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken.

Von Prof. Dr. P. Kempf
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Struve.)

1.

Bereits im Jahre 1858 hat Carrington[1] darauf hingewiesen, daß das Vorhandensein einer die Sonne umgebenden Atmosphäre einen Einfluß auf die scheinbare Bewegung der Sonnenflecke ausüben müsse, da die in dieser Atmosphäre stattfindende Refraktion den scheinbaren Abstand der Flecke vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe ändert. Zugleich erkannte er, daß die sogenannte Tiefenparallaxe der Flecke, d. h. die perspektivische Verschiebung des Fleckenortes infolge einer Vertiefung des Fleckenkerns unter das Niveau der Photosphäre, den heliozentrischen Abstand der Flecke in genau der gleichen Weise beeinflußt wie die Refraktion.

Bezeichnet man mit ρ den geozentrischen Abstand eines Flecks vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe, mit ρ' den heliozentrischen Abstand und mit R den scheinbaren Sonnenhalbmesser, so besteht die Beziehung

$$\rho/R = \sin(\rho' + \rho).$$

Der Einfluß der Refraktion auf den heliozentrischen Abstand ρ' ergibt sich dann mit hinreichender Näherung[2]

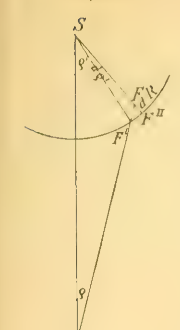
$$\sin d\rho' = (n - 1)\tan(\rho' + \rho),$$

wo n den Brechungsindex der als homogen gedachten Sonnenatmosphäre bedeutet. Und für die Tiefenparallaxe gilt, wenn sich der Fleck um dR unterhalb der Photosphäre befindet,

$$\sin d\rho' = \frac{dR}{R - dR} \cdot \tan(\rho' + \rho).$$

[1] Monthly Notices 18, 169.

[2] Vgl. Spoerer, Beobachtungen der Sonnenflecken II (Fortsetzung der Publ. XIII der A. G.) S. 138.

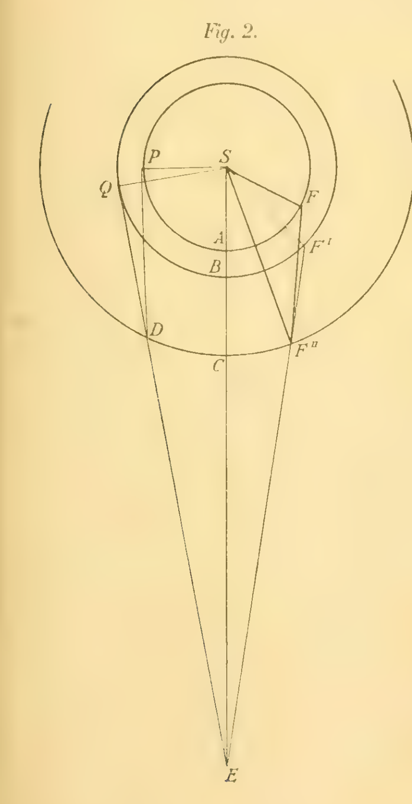


In beiden Fällen ist also

$$d\rho' = \text{const} \cdot \text{tang}\,(\rho' + \rho).$$

Auch das Vorzeichen der Korrektion $d\rho'$ ist beide Male das gleiche. Es bedeute in Fig. 1 S die Sonne, E die Erde, F den Ort eines um dR unter das Photosphärenniveau vertieften Flecks. Dann wird der Fleck scheinbar in F' auf der Photosphäre beobachtet, sein heliozentrischer Abstand also um $d\rho'$ zu klein gefunden.

Ferner sei in Fig. 2 PAF ein Schnitt der Photosphäre mit einer durch die Mittelpunkte von Erde und Sonne gelegten Ebene, DCF'' ein gleicher Schnitt durch die als homogen gedachte Atmosphäre der Sonne. Dann wird der wahre Sonnenhalbmesser, der auf dem Wege des gebrochenen Strahls EDP gesehen wird, durch die Refraktion vergrößert erscheinen, die Photosphäre also scheinbar durch den Kreis QBF' gebildet werden. Befindet sich nun in F ein Fleck, der dem Beobachter auf dem Wege $EF''F$ sichtbar wird, so wird er sich auf der vergrößerten Photosphäre in F' zu befinden scheinen. Gemessen wird der heliozentrische Abstand ESF', während der wahre Abstand $= ESF$ ist. Auch hier wird also ρ' zu klein gefunden.



Aus der Beobachtung der scheinbaren Bewegung der Flecke läßt sich also nur die Summe von Refraktion und Tiefenparallaxe bestimmen; eine Trennung der beiden Einflüsse ist auf diesem Wege nicht möglich. Man hat verschiedentlich versucht, durch Messung der exzentrischen

Stellung des Kerns eines Flecks gegen die Penumbra in der Nähe des Sonnenrandes die Tiefe der Fleckenkerne unter der Photosphäre unabhängig von der Refraktion zu ermitteln, ist dabei aber wegen der Schwierigkeit der Messungen und der durch die Formänderungen bedingten Unsicherheit noch zu keinem annehmbaren Resultate gelangt.

Von den bisher ausgeführten Bestimmungen von Refraktion + Tiefenparallaxe beruhen die meisten auf Beobachtungen nur weniger Flecke und besitzen dementsprechend auch nur geringes Gewicht. Die beiden einzigen Untersuchungen, denen ein größeres Beobachtungsmaterial zugrunde liegt, rühren von Spoerer (a. O. S. 142) und Capon (M. N. 73, 361) her. Sie führten zu den Werten

$$\text{Spoerer:} \quad d\rho' = +0^\circ.122 \tan (\rho' + \rho)$$
$$\text{Capon:} \quad d\rho' = +0.332 \tan (\rho' + \rho).$$

Deutet man diese Korrektionen als ausschließlich von der Refraktion oder als ausschließlich von der Tiefenparallaxe herrührend, so folgt

	n	dR
Spoerer:	1.00213	2".04
Capon:	1.0058	5.53.

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Untersuchungen sind recht erheblich und lassen weitere genaue Bestimmungen sehr wünschenswert erscheinen.

2.

Bei den Flocken, die sich nach der allgemeinen Annahme in einem höheren Niveau befinden als die Photosphäre, muß statt einer Tiefenparallaxe eine Höhenparallaxe auftreten. Werden die Beobachtungen der Flocken also in der gleichen Weise behandelt wie bei den obenerwähnten Untersuchungen die Flecke, so entspricht die Korrektion der heliozentrischen Abstände, die sich bei ihnen ergibt, nicht mehr der Summe, sondern vielmehr der Differenz der Refraktion und der perspektivischen Verschiebung. Eine Vergleichung der bei den Flecken und bei den Flocken erlangten Resultate vermag daher unter Umständen einen gewissen Aufschluß über den Anteil der einzelnen Einflüsse an der Gesamtkorrektion zu liefern.

Aus diesem Grunde schien es mir von besonderem Interesse zu sein, die Messungen von Kalziumflocken, die ich auf meinen Aufnahmen aus dem Jahre 1906 ausgeführt habe, daraufhin zu prüfen, ob sich bei ihnen ein Einfluß der besprochenen Art nachweisen läßt, und eventuell in welchem Betrage.

Über die Aufnahmen selbst, die Ausmessung derselben und die Berechnung der heliographischen Örter der Flocken ist in Publikation Nr. 71 des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, in der diese Messungen zu einer Bestimmung der Sonnenrotation benutzt wurden, ausführlich berichtet worden. In dieser Arbeit wurden von den gemessenen Örtern nur diejenigen verwertet, bei denen der heliozentrische Abstand ρ' nicht mehr als 55° betrug. Dies geschah, um bei der Rotationsbestimmung von dem Einflusse der Refraktion und der Höhenparallaxe, die erst in größerem Abstande vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe merkliche Beträge erreichen, frei zu bleiben. Durch eine Vergleichung dieser Örter mit den damals ausgeschlossenen Positionen, bei denen $\rho' > 55°$ oder ρ (in Teilen des Radius) $\geqq 0.820$ ist, läßt sich daher die Wirkung von Refraktion und Höhenparallaxe bestimmen

In der unten folgenden Tabelle sind in den ersten vier Spalten die Flockenörter zusammengestellt, bei denen $\rho \leqq 0.820$ gemessen ist, und zwar ist der Reihe nach angegeben: die Bezeichnung der Flocke, das Datum und die Zeit der Aufnahme in Bruchteilen des Tages, die berechnete heliographische Länge L und der heliozentrische Abstand ρ/R. In den Kolumnen 5 bis 8 folgen dann die Angaben für die Vergleichsörter: Das Datum, daneben die Anzahl der zu diesen Werten vereinigten Örter, ferner die Länge L', die Breite b' und der Abstand $(\rho/R)'$. Als Vergleichswerte sollten eigentlich die Mittelwerte aller derjenigen Positionen verwendet werden, bei denen $\rho < 0.820$ ist. Bei einigen Flocken, die ausschließlich in der Nähe des Sonnenrandes beobachtet werden konnten, sind aber solche Örter überhaupt nicht vorhanden (s. z. B. Flocke 36c). In diesen Fällen blieb nur übrig, den Ort mit dem kleinsten ρ, auch wenn es > 0.820 ist, als Vergleichswert zu benutzen und den dadurch verursachten Fehler nachträglich in Rechnung zu stellen. Der größte Wert von ρ, der hierbei in Kauf genommen werden mußte, ist 0.923 bei der Flocke 88r.

An die Längen L ist noch eine Korrektion anzubringen, bevor sie mit den L' verglichen werden dürfen. Bei der Berechnung der heliographischen Längen ist nämlich zur Reduktion der auf den Sonnenäquator bezogenen Längen l auf bestimmte Epochen ein mittlerer Rotationswinkel benutzt worden, und zwar der von Spoerer aus seinen Sonnenfleckbeobachtungen bestimmte Wert $\xi = 14\overset{\circ}{.}2665$, während strenggenommen für jede Breite die ihr entsprechende Rotationsgeschwindigkeit hätte zugrunde gelegt werden müssen. Aus den Beobachtungen der Kalziumflocken des Jahres 1906 hat sich die Rotationsformel[1] ergeben:

$$\xi = 14\overset{\circ}{.}431 - 2\overset{\circ}{.}061 \sin^2 b\,.$$

[1] Siehe Publikation Nr. 71, S. 30.

Um auf die Werte von ξ zu kommen, die nach dieser Formel für die verschiedenen Breiten gelten, sind an den bei der Rechnung benutzten Wert 14°2665 die folgenden Verbesserungen anzubringen.

b	$d\xi$	b	$d\xi$	b	$d\xi$
0°	+0°16	11°	+0°09	21°	−0°10
2	+0.16	12	+0.07	22	−0.13
3	+0.16	13	+0.06	23	−0.15
4	+0.15	14	+0.04	24	−0.18
5	+0.15	15	+0.03	25	−0.20
6	+0.14	16	+0.01	26	−0.23
7	+0.13	17	−0.01	27	−0.26
8	+0.12	18	−0.03	28	−0.29
9	+0.11	19	−0.05	29	−0.32
10	+0.10	20	−0.08	30	−0.35

Die aus dieser Tafel zu entnehmenden $d\xi$ sind noch mit der Differenz der für L und L' geltenden Beobachtungszeiten zu multiplizieren, um die an L anzubringenden Verbesserungen zu erhalten. Für die erste Beobachtung wird z. B., da $b' = +9°0$ ist, $d\xi = +0°11$. Die Differenz der Daten, dt, ist $= -1^d950$, also $dt \cdot d\xi = -0°2$, und das verbesserte L wird somit $= 158°9$. Diese korrigierten Werte von L sind in der vorletzten Spalte der Tabelle zusammengestellt; in der letzten Kolumne folgt dann noch die Differenz $dl = L' -$ »korr. L« und die Angabe, ob sich die Flocke am Ost- oder Westrande der Sonne befand.

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte				korr. L	dl
				Datum	L'	b'	$(\rho/R)'$		
2	Mai 4.368	159°1	0.905	2.418 2	157°6	+ 9°0	0.611	158°9	−1°3 W
3	4.368	152.8	.859	2.418 2	151.4	+11.8	.554	152.7	−1.3 W
	5.376	151.9	.947					151.7	−0.3 W
4	4.368	146.0	.842	3.438 1	145.4	+25.3	.728	146.2	−0.8 W
	5.376	145.3	.927					145.7	−0.3 W
5	5.376	139.7	.881	3.903 2	139.2	+21.8	.704	139.9	−0.7 W
6	5.376	137.0	.859	3.903 2	136.6	+21.5	.675	137.2	−0.6 W
9	9.380	81.5	.832	5.786 5	81.2	+18.8	.526	81.7	−0.5 W
	10.399	80.2	.924					80.4	+0.8 W
14	3.438	46.1	.920	8.181 5	45.3	+26.7	.595	44.9	+0.4 O
	4.368	46.1	.832					45.1	+0.2 O
	12.437	43.5	.878					44.6	+0.7 W
15	3.438	36.1	.969	8.181 5	37.4	+25.3	.587	35.1	+2.3 O
	4.368	36.7	.900					35.9	+1.5 O
16a	14.444	18.6	.845	9.593 5	16.2	+ 4.4	.423	17.9	−1.7 W
	15.442	18.0	.941					17.1	−0.9 W
17b	15.442	5.1	.856	10.402 6	6.9	−23.3	.576	5.9	+1.0 W
18	12.437	56.9	.942	8.882 4	55.9	+15.0	.488	56.8	−0.9 W
20	7.371	353.2	.911	9.386 3	353.5	+13.4	.622	353.3	+0.2 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte					korr. L	dl
				Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$		
21	Mai 18.402	325°6 :	0.866	14.943	2	323°0	+19°6	0.414	325°8	−2°8 W
	19.474	326.7	.962						327.0	−4.0 W
22 a	9.380	308.7	.990	15.181	4	307.9	+18.3	.550	308.5	−0.6 O
	10.399	306.7	.945						306.5	+1.4 O
	19.474	308.3	.837						308.5	−0.6 W
22 c	10.399	297.1	.984	12.437	1	298.4	+16.4	.800	297.1	+1.3 O
22 e	10.399	296.0	.986	12.437	1	295.9	+10.8	.810	296.2	−0.3 O
23	10.399	302.8	.954	16.040	5	302.4	−10.9	.513	303.3	−0.9 O
24	12.437	271.8	.979	16.940	4	271.3	+17.3	.561	271.7	−0.4 O
25	14.444	254.8	.932	18.938	2	253.5	+16.6	.367	254.8	−1.3 O
	15.442	254.3	.838						254.3	−0.8 O
26	14.444	252.5	.939	18.938	2	251.8	+ 7.2	.245	253.1	−1.3 O
	15.442	252.8	.835						253.3	−1.5 O
29 a	23.443	140.1	.913	25.919	2	137.4	+26.1	.658	139.5	−2.1 O
29 b	23.443	132.0	.956	25.919	2	131.7	+25.4	.704	131.5	+0.2 O
30	23.443	125.8	.974	25.919	2	126.8	+13.1	.695	125.9	+0.9 O
31	Juni 8.378	43.6	.827	6.922	2	44.6	−14.8	.619	43.6	+1.0 W
34 a	13.393	359.1	.976	7.407	3	359.9	−16.1	.328	359.0	+0.9 W
34 c	13.393	356.2	.967	7.407	3	356.7	−21.5	.420	356.9	−0.2 W
34 e	13.393	347.0	.920	7.407	3	348.0	−22.5	.472	347.8	+0.2 W
34 g	13.393	356.0	.969	7.394	2	355.8	−27.7	.520	357.7	−1.9 W
35 c	6.409	322.7	.826	7.906	2	323.0	+19.8	.613	322.6	+0.4 O
	15.386	323.1	.928						323.6	+0.6 W
35 d	6.409	317.2	.879	7.906	2	318.4	+21.8	.674	317.0	+1.4 O
36 a	6.409	302.3	.962	8.378	1	303.0	+12.1	.743	302.4	+0.6 O
	7.435	303.6	.862						303.7	−0.7 O
	16.391	300.1	.847	14.390	2	299.7	+11.0	.520	299.9	−0.2 W
36 b	6.409	299.0	.976	8.378	1	297.8	+15.6	.805	299.0	−1.2 O
	7.435	298.2	.908						298.2	−0.4 O
36 c	6.409	292.9	.993	8.378	1	295.3	+12.2	.823	293.0	+2.3 O
	7.435	295.0	.927						295.1	+0.2 O
36 d	7.435	294.8	.935	15.057	3	293.9	+20.8	.619	294.0	−0.1 O
	8.378	295.1	.842						294.4	−0.5 O
37	16.391	299.6	.846	14.390	2	300.4	−10.2	.534	299.4	+1.0 W
37 a	6.409	304.5	.950	8.378	1	304.4	− 7.9	.719	304.7	−0.3 O
	7.435	304.9	.846						305.0	−0.6 O
37 b	6.409	298.5	.977	8.378	1	299.2	− 7.5	.778	298.7	+0.5 O
	7.435	299.6	.891						299.7	−0.5 O
39	19.394	257.2	.826	16.721	3	256.2	−10.6	.391	257.0	−0.8 W
	20.392	257.0	.931						256.7	−0.5 W
41 b	21.383	233.2	.888	19.391	3	233.0	−29.4	.676	233.9	−0.9 W
42 b	13.393	211.1	.955	16.721	3	211.7	+19.1	.549	210.9	+0.8 O
42 c	13.393	214.9	.934	18.556	6	212.5	+15.8	.478	215.0	−2.5 O
43 a	15.386	181.5	.967	19.889	4	181.9	+15.7	.392	181.6	+0.3 O
	16.391	181.6	.886						181.7	+0.2 O
	25.443	181.2	.863						181.1	+0.8 W
43 b	15.386	181.2	.967	19.889	4	182.7	+11.0	.338	181.6	+1.1 O
	16.391	181.8	.880						182.1	+0.6 O
43 c	16.391	172.8	.943	19.889	4	171.4	+10.6	.445	173.1	−1.7 O
46 a_1	18.387	150.2	.919	20.390	3	150.7	+14.6	.645	150.3	+0.4 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$	korr. L	dl
$46a_2$	Juni 28.388	147°4	.905	26.414	2	148°8	+15°1	.645	147°3	+1°5 W
46b	18.387	151.7	.906						152.0	−0.5 O
	27.384	152.3	.832	21.653	4	151.5	+10.4	.582	151.7	−0.2 W
	28.388	151.0	.928						150.3	+1.2 W
47	18.387	140.6	.993	22.406	3	140.3	+11.4	.570	140.9	0.6 O
	19.394	139.2	.899						139.4	+0.9 O
48a	20.392	126.9	891	23.413	2	127.8	+ 9.6	.458	127.2	+0.6 O
48b	20.392	123.0	.922	23.413	2	124.0	+13.1	.498	123.2	+0.8 O
48c	20.392	118.1	.950	25.443	1	119.9	+ 8.0	.110	118.7	+1.2 O
	21.383	118.6	.849						119.1	+0.8 O
52a	27.384	37.2	.862	28.388	1	37.7	+10.9	.719	37.3	+0.4 O
52b	27.384	32.7	900	28.388	1	33.2	+11.1	.771	32.8	+0.4 O
52c	27.384	26.1	.944	28.388	1	28.0	+17.2	.831	26.1	+1.9 O
53	27.384	29.8	924	28.388	1	31.1	− 9.5	.802	29.9	+1.2 O
54	Juli 11.375	335.5	.919	9.466	1	334.5	−14.2	.679	334.8	−0.3 W
56a	14.431	298.2	.932	10.420	2	298.0	+15.0	.350	298.1	−0.1 W
57e	18.379	244.1 :	.927	12.910	4	247.3	+26.9	.619	245.5	+1.8 W
59	18.379	246.2	.936	15.400	2	246.6	+ 3.0	.490	245.7	+0.9 W
60	21.365	201.0	.913	17.138	4	202.4	−14.3	.519	200.8	+1.6 W
61a	21.365	194.0	.842	17.138	4	197.4	+19.0	.458	194.2	+3.2 W
62a	14.431	168.8	.886	18.871	4	168.9	−11.1	.443	169.2	−0.3 O
62b	14.431	171.5	.877	18.871	4	169.4	−17.8	.519	171.4	−2.0 O
63e	14.431	166.0	.895	16.369	1	167.3	+12.0	.600	166.1	+1.2 O
64b	18.379	115.9	.874						116.5	−0.3 O
	27.367	115.9	.853	22.898	4	116.2	+ 5.9	.552	115.3	+0.9 W
	28.366	117.3 :	.957						116.5	−0.3 W
64c	26.357	126.6	.828	20.904	4	126.5	+ 5.5	.526	125.8	+0.7 W
64d	27.367	122.9	.910	26.357	1	124.2	+ 6.4	.804	122.8	+1.4 W
64e	27.367	121.7	.901	26.357	1	122.5	+10.2	.785	121.6	+0.9 W
	28.366	124.7	.986						124.5	−2.0 W
64f	27.367	127.5	.940	26.357	1	128.3	+ 9.5	.843	127.4	+0.9 W
64g	26.357	125.9	.820						125.7	0.0 W
	27.367	124.4	.920	24.500	1	125.7	+ 9.9	.509	124.1	+1.6 W
	28.366	127.8	993						127.4	−1.7 W
64h	27.367	113.2	.828	26.357	1	114.0	+ 4.1	.686	113.0	+1.0 W
	28.366	114.3 :	.941						114.0	0.0 W
64k	28.366	111.6	.927	26.862	2	111.1	+ 1.7	.732	111.4	−0.3 W
64l	28.366	104.8	.873	26.862	2	104.4	+ 4.6	.646	104.6	−0.2 W
66a	30.369	68.0	.828	26.648	4	68.1	−18.6	.495	68.1	0.0 W
	31.371	68.4	.928						68.6	−0.5 W
66e	31.371	65.4	.896	28.701	3	65.8	−11.4	.523	65.2	+0.6 W
66h	31.371	61.6	.865	29.368	2	62.4	−10.5	.576	61.4	+1.0 W
67e	31.371	72.1	.926	28.115	4	71.5	+ 9.6	.578	71.8	−0.3 W
67g	31.371	67.5	.894	28.115	4	66.4	+ 8.6	.358	67.1	−0.7 W
67h	31.371	64.9	.873	28.115	4	64.1	+ 7.4	.342	64.5	−0.4 W
67i	31.371	66.8	.889	28.115	4	66.6	+ 4.6	.354	66.3	+0.3 W
67m	31.371	65.4	.877	29.368	2	64.4	+13.4	.554	65.3	−0.9 W
68b	Aug. 2.386	42.6	.908	29.367	6	43.7	+17.5	.496	42.7	+1.0 W
68d	2.386	40.2	.889	29.367	6	42.8	+11.3	.453	39.9	+2.9 W

Nr.	1906	L	ϱR	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\varrho R)'$	korr. L	dl	
68 e	Aug. 2.386	38°1	0.873	29.367	6	38°6	+ 8°8	0.446	37°7	+0°9	W
	3.419	36.7	.956						36.1	+2.5	W
68 h	2.386	36.8	.862	31.371	3	37.3	+14.2	.553	36.7	+0.6	W
	3.419	36.5	.954						36.4	+0.9	W
68 i	2.386	32.9	.827	1.374	1	32.9	+14.2	.678	32.9	0.0	W
	3.419	32.6	.932						32.5	+0.4	W
68 k	3.419	31.6	.924	2.386	1	32.8	+11.0	.824	31.2	+1.6	W
68 l	3.419	28.6	.906	2.386	1	30.2	+13.6	.799	28.5	+1.7	W
69 b_2	2.386	33.6	.851	31.371	3	33.6	− 8.9	.540	33.4	+0.2	W
69 d_2	2.386	37.7	.895	30.620	4	36.6	−13.2	.542	37.5	−0.9	W
69 f	2.386	35.2 :	.868	31.371	3	35.2	− 9.9	.568	35.0	+0.2	W
	3.419	33.4 :	.955						33.1	+2.1	W
69 g	2.386	35.6	.874	1.374	1	36.4	−11.7	.754	35.5	+0.9	W
69 h	3.419	25.3 :	.899	1.880	2	26.1	−12.0	.712	25.2	+0.9	W
70 i	3.419	19.8	.868	2.386	1	19.4	−17.3	.741	19.8	−0.4	W
70 k	3.419	13.5 .	.824	2.386	1	14.0	−18.2	.690	13.5	+0.5	W
71 e	3.419	21.8	.858	1.880	2	20.4	− 1.4	.600	21.6	−1.2	W
72	Juli 26.357	1.0	.969	29.367	2	1.4	−27.7	.700	0.2	+1.2	O
	27.367	2.1	.890						1.5	−0.1	O
73 e	26.357	12.4	.855	28.701	3	13.7	+19.5	.510	12.3	+1.4	O
73 f	Aug. 3.419	23.0	.861	1.377	3	23.6	+15.1	.553	22.9	+0.7	W
73 l	3.419	18.4	.821	2.386	1	17.7	+16.2	.660	18.4	−0.7	W
74 g	Juli 27.367	1.6	.825	28.366	1	0.3	+11.0	.692	1.7	−1.4	O
74 h	27.367	356.6	.873	31.173	5	355.5	+20.6	.430	356.3	−0.8	O
74 i	27.367	354.3	.892	30.035	3	352.4	+20.2	.531	354.1	−1.7	O
74 k	27.367	350.3	.920	28.366	1	348.5	+20.2	.830	350.2	−1.7	O
74 l	27.367	353.1	.899	29.367	2	353.6	+17.2	.607	353.1	+0.5	O
74 m	27.367	351.4	.911	29.367	2	350.0	+18.4	.650	351.3	−1.3	O
74 n	27.367	350.3	.918	30.369	1	349.8	+13.7	.477	350.5	−0.7	O
	28.366	348.8	.821						348.9	+0.9	O
74 o	27.367	347.9	.934	28.366	1	346.6	+18.4	.845	347.9	−1.3	O
74 q	27.367	352.3	.910	28.366	1	351.1	+26.9	.818	352.0	−0.9	O
74 r	27.367	347.4	.939	28.366	1	345.2	+25.7	.865	347.2	−2.0	O
74 ♃	Aug. 6.485	345.0	.887	2.902	2	345.6	+22.0	.388	345.5	+0.1	W
75 a	Juli 28.366	334.4	.935	31.371	3	334.9	+19.1	.521	334.2	+0.7	O
75 b	28.366	327.5	.969	31.875	4	329.3	+21.4	.525	327.1	+2.2	O
75 c	28.366	330.3	.958	1.384	5	329.4	+26.9	.529	329.3	+0.1	O
77 a	Aug. 1.374	286.8	.896	2.902	2	287.5	+18.4	.687	286.7	+0.8	O
77 b	2.386	281.3	.830	3.419	1	283.1	+18.2	.661	281.3	+1.8	O
77 c	2.386	278.5	.856	3.419	1	280.7	+20.0	.695	278.4	+2.3	O
77 d	2.386	276.7	.870	3.419	1	277.4	+18.4	.728	276.7	+0.7	O
78	1.374	289.5	.898	2.386	1	290.8	−13.9	.768	289.5	+1.3	O
78 a	2.386	276.7	.893	3.419	1	278.3	−14.2	.757	276.7	+1.6	O
78 b	2.386	274.0	.913	3.419	1	273.6	+14.6	.805	274.0	−0.4	O
78 c	2.386	270.1	.940	3.419	1	272.2	−16.4	.824	270.1	+2.1	O
79	14.379	253.8 : .	.969	13.372	1	251.2	+ 8.5	.866	253.7	−2.5	W
80	14.379	246.2	.959	13.372	1	243.9	−23.0	.863	246.4	−2.5	W
81 q	17.360	210.4	.949	16.365	1	208.1	+16.8	.838	210.4	−2.3	W
81 r	17.360	208.7	.940	16.365	1	207.4	+18.4	.831	208.7	−1.3	W

Nr.	1906	L	ε/R	Vergleichswerte Datum		L'	b'	$(\varepsilon/R)'$	korr. L	dl
81 s	Aug. 17.360	200°6	0.884	16.365	1	200°7	+15°1	0.761	200°6	+0°1 W
	18.355	200.2	.964						200.1	+0.6 W
81 t	17.360	201.5	.892	16.365	1	201.1	+17.9	.768	201.5	−0.4 W
	18.355	200.9	.967						201.0	+0.1 W
81 u	18.355	187.4	.885	16.862	2	186.1	+12.6	.660	187.3	−1.2 W
81 z	18.355	168.2	.867	16.862	2	167.8	+12.3	.401	168.1	−0.3 W
81 α	18.355	196.4	.945	17.360	1	197.6	+15.4	.861	196.4	+1.2 W
82 a	18.355	185.1	.904	15.369	4	184.5	−18.0	.580	185.2	−0.7 W
82 b	18.355	180.8	.869	15.369	4	180.9	−16.9	.551	180.8	+0.1 W
82 r	18.355	182.5	.884	16.035	3	182.6	−17.2	.603	182.5	+0.1 W
82 u	17.360	187.7	.820	16.365	1	187.3	−17.8	.686	187.7	−0.4 W
82 v	17.360	203.1	.933	16.365	1	202.0	−16.6	.824	203.1	−1.1 W
82 w	18.355	177.6	.853	16.862	2	176.4	−20.4	.662	177.7	−1.3 W
82 ζ	18.355	174.6	.826	17.360	1	175.0	−20.3	.712	174.7	+0.3 W
85 h	16.365	96.0	.820	19.074	3	96.2	+ 6.1	.463	96.4	−0.2 O
85 i	16.365	94.2	.835	17.858	2	94.2	+12.1	.598	94.3	−0.1 O
85 k	16.365	94.6	.837	17.858	2	94.2	+ 2.8	.601	94.8	−0.6 O
85 l	16.365	92.1	.856	20.990	5	93.5	+ 4.6	.555	92.8	+0.7 O
85 m	16.365	91.8	.862	20.990	5	91.1	+ 2.7	.544	92.5	−1.4 O
85 s	24.358	103.2	.853	22.438	2	103.6	+ 2.4	.540	102.9	+0.7 W
85 v	24.358	101.5	.838	22.438	2	101.3	+ 0.3	.516	101.2	+0.1 W
85 w	24.358	105.0	.872	23.369	1	104.9	− 0.2	.737	104.8	+0.1 W
85 x	24.358	101.8	.835	23.369	1	103.0	+ 9.4	.704	101.7	+1.3 W
85 λ	24.358	99.9	.854	23.369	1	100.2	−13.7	.728	99.9	+0.3 W
87 d	29.523	34.3	.845	24.408	4	35.2	+14.8	.510	34.1	+1.1 W
	30.382	35.2	.937						35.0	+0.2 W
87 k	29.523	40.8	.899	28.398	1	41.9	+15.8	.774	40.8	+1.1 W
	30.382	40.4	.964						40.4	+1.5 W
87 l	29.523	38.7	.883	28.398	1	39.6	+16.6	.749	38.7	+0.9 W
	30.382	38.4	.955						38.4	+1.2 W
87 m	29.523	33.5	.838	28.398	1	32.7	+15.5	.666	33.5	−0.8 W
	30.382	33.1	.924						33.1	−0.4 W
87 n	30.382	36.4	.944	29.523	1	36.7	+19.5	.866	36.5	+0.2 W
88 a	21.506	12.1	.964	23.864	2	12.4	−21.2	.737	11.8	+0.6 O
88 b	21.506	15.7	.942	23.864	2	13.8	−15.7	.690	15.7	−1.9 O
88 c	21.506	12.6	.954	23.864	2	13.1	−12.4	.678	12.8	+0.3 O
88 d	21.506	16.6	.942	23.864	2	16.0	−20.2	.698	16.4	−0.4 O
88 n	23.369	1.0	.870	24.358	1	0.2	−13.6	.755	1.0	−0.8 O
88 q	23.369	6.0	.850	24.358	1	5.7	−21.2	.740	5.9	−0.2 O
88 ι	30.382	14.4	.833	28.960	2	13.6	−20.8	.638	14.5	−0.9 W
88 π	31.395	7.9	.876	29.434	3	7.8	−17.4	.629	7.9	−0.1 W
88 τ	31.395	6.7	.872	29.952	2	6.8	−19.0	.698	6.8	0.0 W
	Sept. 1.407	8.1	.961						8.2	−1.4 W
88 φ	Aug. 30.382	12.8 ::	.825	29.523	1	14.5	−18.4	.715	12.8	+1.7 W
88 ψ	30.382	20.1	.861	29.523	1	19.5 ::	−15.3	.749	20.1	−0.6 W
88 ω	30.382	18.6	.834	29.523	1	17.9	− 9.6	.705	18.5	−0.6 W
88 𝔞	31.395	12.7	.896	29.952	2	11.8 :	−10.5	.702	12.6	−0.8 W
	Sept. 1.407	14.2	.979						14.1	−2.3 W
88 𝔟	Aug. 31.395	10.5	.902	29.952	2	9.3	−12.1	.682	10.4	−1.1 W
	Sept. 1.407	12.4	.973						12.3	−3.0 W

Nr	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte Datum	L'	b'	(ρ/R)'	korr. L	dL
88c	Aug. 31.395	19°3	0.935	30.382 1	18°4	− 5°8	0.821	19°2	−0°8 W
	Sept. 1.407	26.8	1.001 ::					26.5	−8.1 W
88d	Aug. 31.395	17.9	.924	30.382 1	17.7	− 3.4	.810	17.7	0.0 W
88e	31.395	16.2	.915	30.382 1	15.6	− 6.0	.794	16.1	−0.5 W
	Sept. 1.407	17.7	.988					17.4	−1.8 W
88f	Aug. 31.395	11.3	.875	30.382 1	10.4	− 3.6	.742	11.1	−0.7 W
	Sept. 1.407	13.3	.972					13.0	−2.6 W
88g	Aug. 31.395	10.0	.890	30.382 1	10.5	−17.1	.781	10.0	+0.5 W
88h	31.395	8.2	.872	30.382 1	8.6	−15.1	.753	8.2	+0.4 W
88i	31.395	4.0	.822	30.382 1	3.6	−10.2	.674	3.9	−0.3 W
	Sept. 1.407	5.0	.934					4.8	−1.2 W
88l	1.407	1.8	.917	30.888 2	0.9	−10.5	.718	1.6	−0.7 W
88m	1.407	17.4	.986	31.395 1	14.9	− 3.5	.903	17.2	−2.3 W
88n	1.407	13.5	.972	31.395 1	12.0	− 2.5	.879	13.3	−1.3 W
88o	1.407	10.1	.958	31.395 1	8.4	− 4.9	.852	9.9	−1.5 W
88p	1.407	7.9	.945	31.395 1	6.6	− 3.3	.833	7.7	−1.1 W
88q	1.407	18.5	.992	31.395 1	15.0	−11.6	.915	18.4	−3.4 W
88r	1.407	17.1	.990	31.395 1	14.8	−17.1	.923	17.1	−2.3 W
88s	1.407	12.6	.982	31.395 1	10.1	−21.9	.903	12.7	−2.6 W
88t	1.407	6.7	.958	31.395 1	4.6	−21.2	.859	6.8	−2.2 W
88u	1.407	8.1	.952	31.395 1	7.4	− 9.1	.851	8.0	−0.6 W
89a	Aug. 31.395	8.3	.834	28.434 3	7.2	+11.5	.491	8.1	−0.9 W
	Sept. 1.407	10.0	.948					9.7	−2.5 W
89k	Aug. 23.369	344.8	.952	28.960 2	342.0	+22.2	.294	344.1	−2.1 O
	24.358	343.9	.874					343.3	−1.3 O
89y	31.395	6.9	.821	30.382 1	6.5	+13.4	.666	6.8	−0.3 W
	Sept. 1.407	8.4	.939					8.3	−1.8 W
89z	1.407	6.9	.929	30.888 2	5.8	+14.6	.735	6.9	−1.1 W
89α	1.407	5.7	.922	30.888 2	4.4	+11.5	.715	5.6	−1.2 W
89δ	3.382	342.5	.940	31.395 3	339.2	+26.0	.547	343.2	−1.0 W
89ε	3.382	339.4	.922	31.901 2	340.8	+22.2	.618	339.7	+1.1 W
	4.389	339.6	.984					340.1	+0.7 W
89η	3.382	333.9	.885	31.901 2	336.4	+23.7	.574	334.3	+2.1 W
89ϑ	3.382	341.3	.933	31.901 2	341.8	+20.1	.626	341.5	+0.3 W
89ν	3.382	339.2	.921	1.407 1	341.3	+24.0	.710	339.6	+1.7 W
	4.389	339.7	.984					340.2	+1.1 W
90h	4.389	314.5	.866	2.396 2	314.4	−15.3	.606	314.5	−0.1 W
	5.392	314.2	.951					314.1	+0.3 W
90o	4.389	317.8	.892	3.382 1	317.2	−14.5	.770	317.8	−0.6 W
90p	4.389	311.0	.832	3.382 1	310.6	−12.8	.691	310.9	−0.3 W
90q	4.389	315.5 :	.870	3.382 1	314.6	−13.6	.739	315.4	−0.8 W
	5.392	316.6 :	.963					316.5	−1.9 W
90r	4.389	318.1	.889	3.382 1	317.6	−12.1	.764	318.0	−0.4 W
90s	4.389	320.3	.899	3.382 1	320.0	− 9.5	.779	320.2	−0.2 W
90t	4.389	319.8	.905	3.382 1	319.8	−12.9	.788	319.7	+0.1 W
	5.392	319.2	.974					319.1	+0.7 W
90u	5.392	312.9 :	.942	4.389 1	313.4	−11.7	.850	312.8	+0.6 W
91	Aug. 28.398	276.4	.972	31.395 3	277.6	− 9.1	.602	276.7	+0.9 O
	29.523	277.3	.875					277.5	+0.1 O
92a	31.395	255.6	.845	1.407 1	256.5	−10.1	.704	255.7	+0.8 O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte					korr. L	dl	
				Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$			
92b	Aug. 31.395	252°3	0.880	1.407	1	255°0	−11°0	0.725	252°4	+2°6	O
92c	31.395	252.9	.870	1.407	1	253.4	− 8.4	.732	253.0	+0.4	O
93a	30.382	263.6	.875	31.901	2	264.8	+ 5.0	.638	263.8	+1.0	O
93b	30.382	261.8	.891	31.901	2	263.0	+ 2.2	.664	262.0	+1.0	O
93c	30.382	257.4	.918	31.901	2	258.2	+ 6.2	.718	257.6	+0.6	O
93d	30.382	254.6	.940	1.407	1	256.9	+ 5.0	.657	254.9	+2.0	O
	31.395	255.8	.824						256.0	+0.9	O
93e	30.382	247.7	.974	1.407	1	249.2	+ 5.7	.750	248.0	+1.2	O
	31.395	248.5	.888						248.6	+0.6	O
93f	30.382	249.7	.964	1.407	1	253.1	+ 7.1	.702	250.0	+3.1	O
	31.395	250.9	.867						251.0	+2.1	O
93g	30.382	256.1	.927	31.901	2	257.2	+14.4	.730	256.2	+1.0	O
93h	30.382	252.8	.946	31.395	1	253.6	+14.5	.842	252.8	+0.8	O
93i	30.382	251.2	.954	1.407	1	252.4	+18.0	.718	251.1	+1.3	O
	31.395	251.9	.857						251.9	+0.5	O
93k	30.382	257.0	.922	31.395	1	257.1	+11.2	.807	257.1	0.0	O
93n	31.395	255.7	.826	1.407	1	255.8	+ 3.4	.671	255.9	−0.1	O
93o	31.395	246.8	.900	2.394	2	248.7	+ 7.0	.568	247.1	+1.6	O
93p	31.395	244.2	.918	1.407	1	244.3	+ 8.9	.802	244.3	0.0	O
93q	31.395	252.7	.850	1.407	1	252.7	+16.5	.712	252.7	0.0	O
93r	31.395	254.6	.834	1.407	1	254.9	+16.9	.685	254.6	+0.3	O
93s	31.395	255.3	.826	3.642	4	254.8	+14.1	.335	255.4	−0.6	O
93t	31.395	254.5	.833	1.407	1	255.2	+12.3	.676	254.6	+0.6	O
93u	31.395	250.6	.868	3.059	3	251.0	+14.6	.428	250.7	+0.3	O
93v	31.395	248.4	.886	2.394	2	248.4	+10.8	.575	248.6	−0.2	O
94a	Sept. 3.382	218.6	.820	4.389	1	219.0	− 8.2	.670	218.7	+0.3	O
94b	3.382	216.3	.843	4.389	1	217.4	− 8.4	.690	216.4	+1.0	O
94c	3.382	208.4	.908	4.389	1	209.4	− 9.8	.784	208.5	+0.9	O
94d	3.382	211.4	.903	4.890	2	213.0	−18.2	.716	211.4	+1.6	O
94e	3.382	207.4	.925	4.890	2	208.3	−16.2	.750	207.4	+0.9	O
94g	3.382	203.6	.948	4.389	1	204.5	−17.1	.852	203.6	+0.9	O
94h	3.382	200.4	.965	5.392	1	201.4	−20.3	.776	200.2	+1.2	O
	4.389	201.7	.878						201.6	−0.2	O
95a	3.382	211.2	.867	4.890	2	212.1	+21.2	.651	211.0	+1.1	O
95b	3.382	211.5	.863	4.890	2	212.3	+18.0	.638	211.5	+0.8	O
95c	3.382	208.2	.889	4.890	2	209.0	+18.1	.678	208.2	+0.8	O
95d	3.382	206.4	.903	4.890	2	207.8	+18.2	.694	206.4	+1.4	O
95e	3.382	206.6	.901	4.890	2	207.7	+19.4	.697	206.5	+1.2	O
95f	3.382	204.1	.918	4.890	2	206.2	+18.8	.712	204.0	+2.2	O
95g	3.382	200.0	.943	5.392	1	201.4	+18.6	.695	199.9	+1.5	O
	4.389	200.7	.841						200.7	+0.7	O
95h	3.382	202.0	.932	4.389	1	202.3	+20.7	.829	201.9	+0.4	O
95i	3.382	200.8	.939	4.389	1	202.0	+22.4	.833	200.7	+1.3	O
95k	3.382	194.4	.970	5.392	1	198.0	+20.8	.739	194.2	+3.8	O
	4.389	197.2	.873						197.1	+0.9	O
95l	3.382	203.9	.920	4.890	2	204.9	+16.6	.724	203.9	+1.0	O
95m	3.382	201.5	.935	5.392	1	202.5	+15.6	.676	201.5	+1.0	O
	4.389	201.9	.829						201.9	+0.6	O
95n	3.382	199.3	.947	5.392	1	200.0	+18.0	.710	199.2	+0.8	O
	4.389	200.4	.844						200.4	−0.4	O

Nr.	1906	L	ρ/R	Vergleichswerte					korr. L	dl
				Datum		L'	b'	$(\rho/R)'$		
95o	Sept. 3.382	195°2	0.967	5.392	1	196°3	+16°4	0.750	195°2	+1°1 O
	4.389	195.7	.883						195.7	+0.6 O
95p	4.389	195.2	.887	5.392	1	194.6	+12.2	.749	195.3	−0.7 O
95q	4.389	197.6	.873	5.392	1	195.8	+26.5	.774	197.4	−1.6 O
97a	25.389	43.9	.934	24.427	1	43.9	−19.8	.846	44.0	−0.1 W
97b	25.389	36.3	.883	24.427	1	36.3	−18.8	.775	36.3	0.0 W
98a	25.389	43.1	.894	24.427	1	42.8	+13.5	.773	43.1	−0.3 W
98b	25.389	41.2	.879	24.427	1	40.8	+12.7	.750	41.1	−0.3 W
98c	25.389	40.4	.872	24.427	1	40.0	+14.0	.742	40.4	−0.4 W
98d	25.389	38.8	.858	24.427	1	39.1	+15.4	.733	38.8	+0.3 W
99d	27.398	23.6	.952	24.908	2	23.3	− 5.6	.636	23.3	0.0 W
99e	27.398	22.1	.946	24.908	2	22.2	− 7.5	.632	21.8	+0.4 W
99m	27.398	17.0	.918	24.908	2	15.5	− 9.9	.562	16.8	−1.3 W

3.

Die in der letzten Spalte der vorangehenden Tabelle aufgeführten dl lassen bei der großen Unsicherheit der einzelnen Werte auf den ersten Anblick keine Gesetzmäßigkeit erkennen. Wenn sie wirklich die an die Randörter der Flocken anzubringenden Korrektionen für Refraktion und parallaktische Verschiebung darstellen, so müssen sie zweien Bedingungen genügen: sie müssen erstens am Ostrande und Westrande entgegengesetztes Vorzeichen besitzen, und sie müssen zweitens mit der Annäherung an den Sonnenrand, d. h. mit wachsendem ρ/R, größere Beträge erreichen. Vor der Weiterführung der Rechnung habe ich mich überzeugt, ob diese beiden Bedingungen tatsächlich erfüllt sind. Eine Zusammenfassung der dl nach den genannten Gesichtspunkten ergab die folgenden Mittelwerte:

West		Ost	
ρ/R	dl	ρ/R	dl
< 0.900	+0°02	< 0.900	+0°25
0.900 bis .919	+0.27	0.900 bis .919	+0.23
.920 » .939	−0.14	.920 » .939	+0.24
.940 » .959	−0.25	.940 » .959	+0.46
.960 » .979	−1.35	.960 »	+0.61
.980 »	−2.24		

Diese Zahlen zeigen sowohl ein Anwachsen der dl mit den ρ/R als auch den Wechsel des Vorzeichens beim Übergange vom Ostrande zum Westrande. Die dl dürfen also in der Tat dem Einflusse der Refraktion und der parallaktischen Verschiebung zugeschrieben wer-

den. Eine getrennte Behandlung der Beobachtungen an den beiden Rändern ist bei der weiteren Rechnung nicht mehr erforderlich.

Die Beobachtung der Flocke 88c vom 1. September hat für dl den exorbitanten Wert von über 8° ergeben. Die Flocke erscheint auf der Aufnahme direkt auf dem Rande; rechnungsmäßig ergab sich ihr Abstand vom Mittelpunkte sogar zu 1.001. Die Unsicherheit dieser Messung ist natürlich sehr groß, so daß es sich empfehlen dürfte, dieselbe hier auszuschließen. Es verbleiben dann im ganzen 329 Bestimmungen von dl.

Aus den dl sind nun die $d\rho'$ zu berechnen, d. h. die an den heliozentrischen Abstand der Flocken anzubringenden Korrektionen. Spoerer hat als Näherung einfach $d\rho' = \pm dl \cos b$ gesetzt. Es verursacht aber nur eine geringe Mehrarbeit, wenn man die Umwandlung streng berechnet.

Fig. 3.

Es sei in Fig. 3 P der Rotationspol der Sonne, SS_1 ein Stück des Sonnenäquators, C der Mittelpunkt der scheinbaren Sonnenscheibe, F eine Flocke mit den heliozentrischen Koordinaten p und ρ' und den heliographischen Koordinaten l und b. Mit l_0 und b_0 sollen die Länge und Breite von C bezeichnet werden. Dann ist in dem Dreieck PCF

$$dl = \cos b_0 \sin p\, d\rho' - \sin b\, d(PFC)$$
$$\cos b\, d(PFC) = -\sin PFC \sin b\, d\rho'$$
$$db = -d\rho' \cos PFC.$$

Hieraus folgt schließlich:

$$dl = d\rho' \frac{\cos b_0 \sin (l - l_0)}{\cos b \sin \rho'}$$

$$db = d\rho' \frac{\sin b \cos \rho' - \sin b_0}{\cos b \sin \rho'} .$$

Aus diesen Formeln geht hervor, daß dl stets sehr nahe $= d\rho'$ ist, db dagegen nur einen Bruchteil davon ausmacht und für Flocken nahe dem Äquator fast ganz verschwindet. Für die Bestimmung der gesuchten Einflüsse sind daher die Breiten weit weniger geeignet als die Längen.

In den Formeln treten die heliographischen Koordinaten des Mittelpunktes der scheinbaren Sonnenscheibe auf (l_0, b_0). Für diesen Punkt ist $p = \rho = 0$, und es ist daher unter Beibehaltung der Spoererschen Bezeichnungs- und Berechnungsweise

$$l_0 = (\odot \pm 180° + k) + n$$
$$b_0 = m,$$

wo ⊙ die Sonnenlänge bedeutet, k das Komplement der Knotenlänge und m und n die aus den Spoererschen Tafeln mit dem Argument $\lambda + k = \odot \pm 180° + k$; $\beta = 0$ zu entnehmenden Hilfsgrößen. Somit ergibt sich die folgende kleine Tafel, aus der, da die Größe $\odot \pm 180° + k$ schon bei der Berechnung des Flockenorts gebraucht worden ist, die Werte von l_0 und b_0 (bzw. log sec b_0) leicht entnommen werden konnten.

$\odot \pm 180° + k$		n	$\odot \pm 180° + k$		b_0[1]	log sec b_0
0°	180°	+0°00−	360°	180°	±6°97	0.0032
10	190	+0.07−	350	170	6.86	.0031
20	200	+0.14−	340	160	6.54	.0028
30	210	+0.19−	330	150	6.02	.0024
40	220	+0.21−	320	140	5.33	.0019
50	230	+0.21−	310	130	4.47	.0013
60	240	+0.18−	300	120	3.47	.0008
70	250	+0.14−	290	110	2.38	.0004
80	260	+0.07−	280	100	1.21	.0001
90	270	+0.00−	270	90	0.00	.0000

4.

Nach der Formel $d\rho' = dl \cos b \sec b_0 \dfrac{\sin \rho'}{\sin (l - l_0)}$ sind aus den dl die $d\rho'$ berechnet worden; sie sind in der unten folgenden Tabelle in der dritten Kolumne unter der Überschrift $(d\rho')$ mitgeteilt. Dieselben bedürfen aber noch einer Korrektion, da ihnen die Voraussetzung zugrunde liegt, daß der Einfluß der Refraktion und Parallaxe auf die als Vergleichswerte benutzten Örter zu vernachlässigen sei. Unter diesen befinden sich aber, wie bereits oben erwähnt wurde, zum Teil Örter, die selbst nicht weit vom Rande entfernt waren, bei denen also jene Voraussetzung keineswegs zutrifft. Um jedoch den auf diese Weise begangenen Fehler in Rechnung stellen zu können, ist bereits eine Kenntnis der Korrektion für Refraktion und Höhenparallaxe erforderlich. Man kann somit nur auf dem Wege mehrfacher Näherungen zum Ziele gelangen.

Zur Ausführung dieser Rechnungen wurden die $(d\rho')$ nach wachsenden Werten von ρ/R geordnet und dann in der unten folgenden Tabelle durch Striche angedeuteten Weise zu 6 Mittelwerten zusammengefaßt, denen ihren mittleren Fehlern entsprechend ungleiches Gewicht beigelegt wurde. Nach mehreren Näherungen ergab sich dann schließlich:

$$d\rho' = -0°180 \text{ tang } (\rho' + \rho).$$

[1] b_0 hat das Vorzeichen von cos $(\odot \pm 180° + k)$.

Hiernach sind an die $(d\rho')$ die folgenden Verbesserungen anzubringen:

—0°1 für Werte der $(\rho/R)'$ von 0.268 ab
—0.2 » » » » » 0.641 »
—0.3 » » » » » 0.812 »
—0.4 » » » » » 0.890 »
—0.5 » » » » » 0.929 ».

Da der größte Wert von $(\rho/R)'$, der in den Messungen vorkommt, 0.923 beträgt, so erreicht die Verbesserung im Höchstfalle den Betrag von —0°4. Werden die $(d\rho')$ in dieser Weise korrigiert, so ergeben sich die in der vierten Kolumne der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte von $d\rho'$.

ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$
0.820	0.509	0°0	—0°1	0.835	0.704	+1°3	+1°1	0.859	0.675	—0°6	—0°8
0	.686	—0.4	—0.6	7	.550	—0.6	—0.7	.861	.553	+0.7	+0.6
0	.463	+0.2	+0.1	7	.601	+0.6	+0.5	1	.749	—0.6	—0.8
0	.670	—0.3	—0.5	8	.367	+0.8	+0.7	2	.743	+0.7	+0.5
1	.660	—0.7	—0.9	8	.516	+0.1	0.0	2	.719	—0.4	—0.6
1	.477	—0.9	—1.0	.838	.666	—0.8	—1.0	2	.553	+0.6	+0.5
1	.666	—0.3	—0.5	.841	.695	—0.7	—0.9	2	.544	+1.4	+1.3
2	.674	—0.3	—0.5	2	.728	—0.8	—1.0	3	.392	+0.8	+0.7
4	.690	+0.5	+0.3	2	.619	+0.5	+0.4	3	.638	—0.8	—0.9
4	.657	—0.9	—1.1	2	.458	+3.1	+3.0	5	.576	+1.0	+0.9
5	.692	+1.4	+1.2	3	.690	—1.0	—1.2	6	.414	—2.7	—2.8
5	.715	+1.8	+1.6	4	.710	+0.4	+0.2	6	.606	—0.1	—0.2
6	.613	—0.4	—0.5	5	.423	—1.7	—1.8	7	.401	—0.3	—0.4
6	.391	—0.8	—0.9	5	.510	+1.1	+1.0	7	.702	—2.1	—2.3
6	.712	+0.3	+0.1	5	.704	—1.0	—1.2	7	.651	—1.0	—1.2
6	.671	+0.1	—0.1	6	.534	+1.0	+0.9	8	.568	+0.2	+0.1
6	.335	+0.6	+0.5	6	.719	+0.6	+0.4	8	.741	—0.4	—0.6
7	.619	+1.0	+0.9	7	.520	—0.2	—0.3	8	.428	—0.3	—0.4
7	.678	0.0	—0.2	.849	.110	—0.8	—0.8	.869	.551	+0.1	0.0
8	.526	+0.7	+0.6	.850	.740	+0.2	0.0	.870	.728	—0.7	—0.9
8	.686	+1.0	+0.8	0	.712	0.0	—0.2	0	.755	+0.8	+0.6
8	.495	0.0	—0.1	1	.540	+0.2	+0.1	0	.739	—0.8	—1.0
.829	.676	—0.6	—0.8	3	.552	+0.9	+0.8	0	.732	—0.4	—0.6
.830	.661	—1.7	—1.9	3	.662	—1.3	—1.5	2	.737	+0.1	—0.1
2	.526	—0.5	—0.6	3	.540	+0.7	+0.6	2	.698	0.0	—0.2
2	.595	—0.2	—0.3	4	.728	+0.3	+0.1	2	.753	+0.4	+0.2
2	.582	—0.2	—0.3	5	.510	—1.3	—1.4	2	.742	—0.4	—0.6
2	.691	—0.3	—0.5	6	.576	+1.0	+0.9	3	.646	—0.2	—0.4
3	.638	—0.9	—1.0	6	.695	—2.2	—2.4	3	.342	—0.4	—0.5
3	.676	—0.6	—0.8	6	.555	—0.7	—0.8	3	.446	+0.9	+0.8
4	.705	—0.6	—0.8	7	.718	—0.5	—0.7	3	.430	+0.8	+0.7
4	.491	—0.9	—1.0					3	.739	—0.8	—1.0
4	.685	—0.3	—0.5	8	.600	—1.2	—1.3	3	.774	+1.5	+1.3
5	.245	+1.5	+1.5	8	.733	+0.3	+0.1	4	.552	+0.3	+0.2
5	.598	+0.1	0.0	9	.554	—1.3	—1.4	4	.754	+0.9	+0.7

ϱ : R	(ϱ : R)'	(dϱ')	dϱ'	ϱ : R	(ϱ : R)'	(dϱ')	dϱ'	ϱ : R	(ϱ : R)'	(dϱ')	dϱ'
0.874	0.294	+1°.2	+1°.1	0.899	0.712	+0°.9	+0°.7	0.924	0.666	−0°.4	−0.6
5	.742	−0.7	−0.9	9	.607	−0.5	−0.6	4	.810	0.0	−0.2
5	.602	−0.1	−0.2	9	.774	+1.1	+0.9	5	.750	−0.9	1.1
5	.638	−1.0	−1.1	0.899	.779	−0.2	−0.4	6	.578	−0.3	−0.4
6	.629	−0.1	−0.2	.900	.587	−1.5	−1.6	7	.728	−0.3	−0.5
7	.519	+1.9	+1.8	0	.771	−0.4	−0.6	7	.823	−0.2	−0.5
7	.554	−0.9	−1.0	0	.568	−1.6	−1.7	7	.619	+1.8	+1.7
8	.595	+0.7	+0.6	1	.785	+0.9	+0.7	7	.732	−0.3	−0.5
8	.776	+0.2	0.0	1	.697	−1.1	−1.3	7	.730	−1.0	−1.2
9	.674	−1.3	−1.5	2	.682	−1.1	−1.3	8	.613	−0.6	−0.7
.879	.750	−0.3	−0.5	3	.716	−1.6	−1.8	8	.582	+1.2	+1.1
.880	.338	−0.6	−0.7	3	.694	−1.3	−1.5	8	.495	−0.5	−0.6
0	.725	−2.6	−2.8	4	.580	−0.7	−0.8	.929	.735	−1.1	−1.3
1	.704	−0.7	−0.9	5	.611	−1.3	−1.4	.931	.391	−0.5	−0.6
3	.749	+0.9	+0.7	5	.645	+1.5	+1.3	2	.367	+1.3	+1.2
3	.750	−0.6	−0.8	5	.788	+0.1	−0.1	2	.350	−0.1	−0.2
3	.775	0.0	−0.2	6	.582	+0.5	+0.4	2	.678	+0.4	+0.2
4	.761	+0.1	−0.1	6	.799	+1.7	+1.5	2	.829	−0.4	−0.7
4	.603	+0.1	0.0	8	.805	+0.4	+0.2	3	.824	−1.1	−1.4
5	.660	−1.2	−1.4	8	.496	+1.0	+0.9	3	.626	+0.3	+0.2
5	.574	+1.9	+1.8	.908	.784	−0.9	−1.1	4	.478	+2.5	+2.4
6	.392	−0.2	−0.3	.910	.804	+1.4	+1.2	4	.845	+1.2	+0.9
6	.443	+0.3	+0.2	0	.818	+0.8	+0.5	4	.674	−1.2	−1.4
6	.575	+0.2	+0.1	1	.622	−0.2	−0.3	4	.846	−0.1	−0.4
7	.388	+0.1	0.0	1	.650	+1.2	+1.0	5	.619	+0.1	0.0
7	.749	+0.7	+0.5	3	.658	+2.0	+1.8	5	.521	−0.7	−0.8
8	.676	−0.8	−1.0	3	.519	+1.6	+1.5	5	.821	−0.8	−1.1
8	.750	−0.6	−0.8	3	.805	+0.4	+0.2	5	.676	−1.0	−1.2
				5	.794	−0.5	−0.7	6	.490	+0.9	+0.8
9	.354	+0.3	+0.2	7	.718	−0.7	−0.9	7	.510	+0.2	+0.1
9	.453	+2.9	+2.8	8	.477	+0.7	+0.6	9	.245	+1.3	+1.3
9	.764	−0.4	−0.6	8	.718	−0.6	0.8	9	.865	+1.8	+1.5
.889	.678	−0.8	−1.0	8	.802	0.0	−0.2	9	.666	−1.8	−2.0
.890	.700	+0.1	−0.1	8	.712	−2.1	−2.3	.939	.833	−1.2	−1.5
0	.781	+0.5	+0.3	8	.562	−1.3	−1.4	.940	.843	+0.9	+0.6
1	.778	+0.5	+0.3	9	.645	−0.4	−0.6	0	.824	−2.1	−2.4
1	.458	−0.6	−0.7	.919	.679	−0.3	−0.5	0	.831	−1.2	−1.5
1	.664	−1.0	−1.2	.920	.595	−0.4	−0.5	0	.547	−3.6	−3.7
2	.531	+1.6	+1.5	0	.472	+0.2	+0.1	0	.657	−2.0	−2.2
2	.768	−0.4	−0.6	0	.509	+1.6	+1.5	1	.423	−0.9	−1.0
2	.770	−0.6	−0.8	0	.830	+1.6	+1.3	1	.686	0.0	−0.2
3	.757	−1.6	−1.8	0	.724	−1.0	−1.2	2	.488	−0.9	−1.0
4	.358	−0.7	−0.8	1	.710	+1.6	+1.4	2	.690	+1.9	+1.7
4	.773	−0.3	−0.5	2	.498	−0.8	−0.9	2	.698	+0.4	+0.2
5	.600	−1.2	−1.3					2	.850	+0.6	+0.3
5	.542	−0.9	−1.0	2	.715	−1.2	−1.4	3	.445	+1.7	+1.6
6	.523	+0.6	+0.5	2	.618	+1.0	+0.9	3	.695	−1.4	−1.6
6	.687	−0.8	−1.0	2	.807	0.0	−0.2	4	.831	−1.8	−2.1
6	.702	−0.8	−1.0	4	.526	+0.8	+0.7	4	.866	+0.2	−0.1
8	.768	−1.3	−1.5	4	.802	−1.2	−1.4	5	.550	−1.4	−1.5
9	.570	−0.9	−1.0	4	.824	+1.6	+1.3	5	.861	+1.2	+0.9

ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$	ρ/R	$(\rho/R)'$	$(d\rho')$	$d\rho'$
0.945	0.833	−1°1	−1°4	0.958	0.852	−1°5	−1°8	0.972	0.602	−0°9	−1°0
6	.842	−0.8	−1.1	8	.859	−2.1	−2.4	3	.682	−3.0	−3.2
6	.632	+0.4	+0.3	.959	.863	−2.4	−2.7	4	.695	−0.9	−1.1
7	.554	−0.3	−0.4	.961	.698	−1.4	−1.6	4	.788	+0.7	+0.5
7	.710	−0.8	−1.0	2	.414	−3.8	−3.9	4	.750	−1.2	−1.4
8	.491	−2.5	−2.6	2	.743	−0.6	−0.8	6	.328	+0.9	+0.8
8	.852	−0.9	−1.2	3	.739	−1.9	−2.1	6	.805	+1.2	+1.0
.949	.838	−2.2	−2.5	4	.761	+0.6	+0.4	7	.778	−0.5	−0.7
.950	.719	+0.3	+0.1	4	.774	+1.5	+1.3	9	.561	+0.4	+0.3
				4	.737	−0.6	−0.8	.979	.702	−2.3	−2.5
0	.110	−1.2	−1.2	4	.702	−3.1	−3.3	.982	.903	−2.4	−2.8
1	.606	+0.3	+0.2	5	.776	−1.2	−1.4	4	.800	−1.3	−1.5
2	.851	−0.6	−0.9	7	.420	−0.2	−0.3	4	.618	+0.7	+0.6
2	.294	+1.9	+1.8	7	.392	−0.3	−0.4	4	.710	+1.0	+0.8
2	.636	0.0	−0.1	7	.338	−1.1	−1.2	6	.810	+0.3	+0.1
4	.513	+0.9	+0.8	7	.768	+0.1	−0.1	6	.785	−2.0	−2.2
4	.553	+0.9	+0.8	7	.750	−1.1	−1.3	6	.903	−2.3	−2.7
4	.678	−0.3	−0.5					.988	.794	−1.8	−2.0
4	.718	−1.2	−1.4	9	.587	−2.3	−2.4	.990	.550	+0.6	+0.5
5	.549	−0.8	−0.9	9	.520	−1.7	−1.8	0	.923	−2.2	−2.6
5	.568	+2.1	+2.0	9	.700	−1.1	−1.3	2	.915	−3.4	−3.8
5	.749	+1.2	+1.0	9	.525	−2.0	−2.1	3	.823	−2.2	−2.5
6	.704	−0.2	−0.4	.969	.866	−2.5	−2.8	3	.570	+0.6	+0.5
6	.446	+2.5	+2.4	.970	.739	−3.6	−3.8	3	.509	−1.7	−1.8
7	.552	−0.3	−0.4	2	.742	−2.6	−2.8				
8	.529	−0.1	−0.2	2	.879	−1.3	−1.6				

Faßt man die $d\rho'$ wieder in der durch die Striche bezeichneten Weise zusammen, so erhält man die folgende Übersicht, die wohl keiner Erläuterung bedarf.

n	ρ/R	$\rho'+\rho$	$d\rho'$	m. F.	p	R	$B-R$
66	0.836	56°72	−0°20	±0°114	5	−0°27	+0°07
66	0.873	60.81	−0.26	0.115	5	−0.32	+0.06
66	0.904	64.69	−0.24	0.131	4	−0.38	+0.14
66	0.936	69.39	−0.45	0.149	3	−0.48	+0.03
33	0.959	73.54	−0.59	0.252	1	−0.61	+0.02
32	0.980	78.53	−1.42	0.255	1	−0.89	−0.53

Aus den in der vierten Kolumne aufgeführten Werten von $d\rho'$ ergibt sich unter Benutzung der in der fünften Spalte angegebenen Gewichte p nach der Methode der kleinsten Quadrate als Endwert

$$d\rho' = -0^\circ 180 \tan (\rho'+\rho)$$

mit dem mittleren Fehler $\pm 0^\circ 028$. Aus den beiden letzten Kolumnen ist ersichtlich, daß die Darstellung der Beobachtungen durch diese Formel nicht sehr gut ist. Der letzte Wert fällt stark heraus und

beeinflußt das Resultat wesentlich. Schließt man ihn aus und legt der Rechnung nur die ersten fünf Werte mit im ganzen 207 Bestimmungen zugrunde, so wird

$$d\rho' = -0^\circ\!.147 \text{ tang } (\rho' + \rho), \text{ m. F.} = \pm 0^\circ\!.011,$$

und man erhält die folgende, gute Darstellung

B	R	$B-R$
−0°20	−0°22	+0°02
−0.26	−0.26	0.00
−0.24	−0.31	+0.07
−0.45	−0.39	−0.06
−0.59	−0.50	−0.09 .

Trotz der hierdurch wesentlich verbesserten Darstellung scheint mir doch keine Berechtigung vorzuliegen, den letzten Wert auszuschließen. Die starke Abweichung desselben muß wohl der größeren Unsicherheit zur Last gelegt werden, mit der er behaftet ist, da die Messungen am Rande erheblich schwieriger auszuführen sind und bereits kleine Messungsfehler bei ihnen einen großen Einfluß auf die heliographischen Örter ausüben. Als Endergebnis meiner Messungen betrachte ich daher die obige Formel

$$\mathbf{d\rho' = -0^\circ\!.180 \text{ tang } (\rho' + \rho)} .$$

5.

Bei den Sonnenflecken haben die beiden in Abschnitt 1 erwähnten Untersuchungen zu den Gleichungen geführt:

$$\text{Spoerer: } d\rho' = +0^\circ\!.122 \text{ tang } (\rho + \rho')$$
$$\text{Capon: } d\rho' = +0.332 \text{ tang } (\rho + \rho') .$$

Nimmt man aus diesen beiden Bestimmungen das Mittel, so wird für die Flecke:

$$d\rho' = +0^\circ\!.23 \text{ tang } (\rho + \rho') .$$

Dagegen ist für die Kalziumflocken:

$$d\rho' = -0^\circ\!.18 \text{ tang } (\rho + \rho') .$$

Wie schon wiederholt hervorgehoben worden ist, entspricht bei den Flecken die Korrektion dem Einflusse von Refraktion + Tiefenparallaxe, bei den Flocken dagegen von Refraktion − Höhenparallaxe. Wollte man annehmen, daß die Refraktion ganz zu vernachlässigen, die Korrektion also in beiden Fällen ausschließlich als Ausdruck der parallaktischen Verschiebung aufzufassen sei, so würde aus den obigen Zahlen folgen[1], daß sich das mittlere Niveau der Flecke 3″8 unter dem

[1] Es ist $dR = \frac{R \sin x}{1 \pm \sin x}$, wenn R den Sonnenhalbmesser bedeutet und x den Koeffizienten von tang $(\rho + \rho')$. Das positive Vorzeichen gilt für eine Tiefenparallaxe, das negative für eine Höhenparallaxe.

Niveau der Photosphäre befindet, das der Kalziumflocken dagegen 3"0 darüber. Für die Flecke stellt die gefundene Parallaxe einen Maximalwert dar, für die Flocken dagegen einen Minimalwert. In dem Maße, wie man den Anteil der Refraktion an den Werten für $d\rho'$, statt, wie eben geschehen, ihn ganz zu vernachlässigen, höher ansetzt, verringert sich die Tiefe, die sich für die Flecke ergibt, und vergrößert sich die Höhe für die Flocken. Wird bei den Flecken die ganze Korrektion der Refraktion zur Last gelegt, die Flecke also im Niveau der Photosphäre angenommen — eine Annahme, die sicherlich unzutreffend ist —, so findet man für die Flocken als größte überhaupt mögliche Höhe 6"9. Hierbei ist allerdings die Voraussetzung gemacht, daß die Refraktion die scheinbare Bewegung der Flecke und der Flocken in gleicher Weise beeinflußt. Diese Annahme ist in aller Strenge schwerlich zutreffend, da die Atmosphäre der Sonne in dem tieferen Niveau der Flecke jedenfalls dichter ist und daher auch eine stärkere Refraktion ausüben muß als in den höheren Schichten, in denen sich die Flocken bewegen. Die Unterschiede aber, die daraus hervorgehen können, dürften wohl so gering sein, daß sie bei der großen Unsicherheit, die allen diesen Betrachtungen noch anhaftet, schwerlich ins Gewicht fallen. Läßt man also diese Voraussetzung gelten, so fällt die Wirkung der Refraktion aus der Differenz zwischen den für die Flecke und die Flocken gefundenen Höhen heraus, und man darf es daher wohl als ein leidlich sicher verbürgtes Beobachtungsergebnis ansehen, daß sich das mittlere Niveau der Kalziumflocken rund 7", d. h. etwa 5 000 km über dem der Fleckenkerne befindet. Die Flocken müssen sich dabei, wie wir gesehen haben, in einer Höhe von mindestens 3"0 und höchstens 6"9 über der Photosphäre bewegen. Die Maximalhöhe beruht auf der bestimmt unzutreffenden Voraussetzung, daß die Flecke überhaupt keine Tiefenparallaxe besitzen. Aber auch abgesehen von diesem Argumente, würde eine Höhe der Flocken von fast 7" im höchsten Grade unwahrscheinlich sein, da in diesem Falle ihre Erhebung über der Photosphäre am Sonnenrande unmittelbar müßte gemessen werden können. Man wird aus diesen Gründen geringere Höhen jedenfalls als sehr viel wahrscheinlicher ansehen und somit zu dem Ergebnis kommen, daß in den aus der scheinbaren Bewegung der Flecke und Flocken abgeleiteten Korrektionen der heliozentrischen Distanzen die Refraktion eine geringere Rolle spielt als die parallaktische Verschiebung. Eine sichere Entscheidung hierüber ist aber aus dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial nicht zu erlangen.

Ausgegeben am 26. Juli.

1917.

XXXV.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Sachau sprach von der ältesten Geschichte und Verfassung des Christentums in asiatischen Ländern. (Ersch. später.)

Die älteste staats- und kirchenrechtliche Verfassung, ein Werk des Konzils zu Seleucia vom Jahre 410, stellt sich dar als eine Reformgesetzgebung, welche dadurch besonders lehrreich ist, daß den Gegenstand dieser Reform die so wenig bekannten Gewohnheiten und Rechtsanschauungen der orientalischen Urkirche bilden, wie sie sich aus dem apostolischen Zeitalter in lokaler Getrenntheit bis zu der vollendeten Episkopalkirche und Patriarchatsverfassung des genannten Jahres entwickelt hat. In der Verbreitung des Christentums nach Osten wurde besonders die Christianisierungslegende von Margiana-Merw, von wo die Mission zu den Türkvölkern vorgedrungen ist, behandelt und das Bestehen des margianischen Christentums an der Hand arabischer Schriftsteller bis zum Jahre Tausend nach Christi Geburt nachgewiesen.

*2. Hr. Morf macht eine Mitteilung über die Etymologie von franz. *habiller*.

Dieses Wort hat mit dem kirchlichen Lehnwort ***habit*** nichts zu tun. ***Habiller*** (***abilie***) 'zurüsten', 'bekleiden', ***débiller*** (dialektisch) 'entkleiden' sind Ableitungen von ***biller***, das in der technischen Sprache und in Mundarten noch lebt als 'winden', 'packen', 'schnüren', 'kleiden' und selbst von ***bille*** (keltischer Herkunft) 'Packstock', 'Windestock' herkommt. Das 'kleiden', 'einkleiden' ist als 'schnüren', 'einpacken' aufgefaßt und entsprechend der deutschen Metapher 'sich packen' findet sich im mittelalt. Französisch ***biller, s'en biller*** im Sinne von 'laufen', 'rennen', 'fliehen'.

3. Hr. Morf legte eine Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. H. Urtel in Hamburg vor: Zum Iberischen in Südfrankreich. (Ersch. später.)

Eine Durchsicht des südfranzösischen Wortschatzes, wie ihn Gilliérons Atlas linguistique de la France uns vermittelt hat, ergab die Möglichkeit, die Verwandtschaft einer Reihe von südfranzösischen Ausdrücken mit echt baskischen Wörtern festzustellen. Die Untersuchung zeigte, daß dem Baskischen verwandte Wörter nicht nur in der Nähe des heutigen baskischen Sprachgebietes noch leben, also im Bearnischen und Gaskognischen, sondern vor allem in dem weiten Gebiete languedokischer Mundarten. Die iberische Einflußsphäre reicht also — lediglich auf Grund dieser sprachlichen

Indizien umgrenzt — im Osten bis an die Rhone, im Norden bis zum Massiv der Auvergne und im Nordwesten bis ins Herz der Dordogne, ja bis nach H^te^-Vienne hinein. Dieser örtlichen Ausdehnung lebenden iberischen Wortmaterials entspricht nun durchaus die Lage von solchen Orten, deren Namen iberische Herkunft zeigen. 53 südfranzösische Ortsnamen wurden behandelt und ihre geographische Verteilung ebenso wie die der einzelnen iberischen Worttypen in zwei beiliegenden Karten zur Anschauung gebracht.

Ausgegeben am 26. Juli.

1917.
XXXVI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Diels sprach Über die von Prokop beschriebene Kunstuhr von Gaza. (Ersch. später.)

Nach einem Überblick über die Entwickelung der Gnomonik (Uhrmachertechnik) im Altertum und ihre Übertragung durch byzantinische, arabische und spanische Vermittelung auf das Mittelalter und die Neuzeit ward ein Modell der von Prof. Rehm (München) wiederhergestellten Salzburger astronomischen Uhr (*horologium anaphoricum* des Vitruv) vorgezeigt und auf Grund einer neuen Bearbeitung des griechischen Textes die Rekonstruktion der von Prokopios von Gaza (um 500 n. Chr.) beschriebenen Kunstuhr seiner Vaterstadt an einer Skizze des Regierungsbaumeisters Dr. Krischen erläutert.

2. Hr. Diels legte ferner eine Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. Hermann Degering in Berlin vor, betitelt: Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert.

Es wird durch Vergleichung zweier mittelalterlicher Alkoholrezepte, des längst bekannten aus einer Hs. des Hospitals in S. Gimignano s. XII und eines bisher unbekannten aus einer für die hiesige Königliche Bibliothek erworbenen Hs. s. XII aus Weißenau (Augia minor), die auf einem Schutzblatt unter anderen Eintragungen des XIII. s. auch jenes Rezept enthält, der gemeinsame Ursprung dieser Rezepte nachgewiesen. Die stark verderbten Worte beider Fassungen lassen sich paläographisch durch einige Mittelglieder mit Sicherheit auf einen Archetypus des VIII. s. zurückführen, was mit der übrigen Tradition dieser Rezepte (Mappae clavicula u. a.) stimmt. Dadurch ist die Herkunft dieses Alkoholrezeptes aus der Tradition des Altertums erwiesen.

3. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. F. W. K. Müller in der Sitzung der philosophisch-historischen Klasse vom 12. Juli vorgelegten Arbeit des Hrn. Prof. Dr. W. Bang in Darmstadt: »Vom Köktürkischen zum Osmanischen« in die Abhandlungen des Jahres 1917.

Die Besprechung der Interrogativa *nä* und *no* gibt dem Verfasser die Gelegenheit, auf die Bildung des Genitivs, Dativs und Akkusativs der pronominalen und nomi-

nalen Deklination einzugehen, sodann die pronominalen Stämme *a-*, *bä-* und ihre Erweiterungen zu erläutern. Die Erklärung des uig. *adïn* als Ablativ zu *a-* führt zur Etymologie von *kidin* < **ki-din*: zu einem Stamme **ki-* wird u. a. das kökt. uig. *kisrä* gestellt. Einige erstarrte und verschollene Kasussuffixe werden dabei untersucht, die nach Ansicht des Verfassers sich in der Deklination und Stammbildung sowie in der Flexion des Verbums festgesetzt hätten.

Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert.

Von Prof. Dr. H. Degering
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Diels.)

Die Königliche Bibliothek in Berlin erwarb vor kurzem aus dem Hiersemannschen Antiquariat in Leipzig eine aus der Bibliothek des württembergischen Prämonstratenserklosters Weißenau (Augia minor) stammende Pergamenthandschrift des 12. Jahrhunderts, die in fünf Bänden die Bücher 1—27 von Gregors Moralia enthält. Sie ist als Ms. lat. qu. 761—5 dem Handschriftenbestande der Bibliothek eingereiht. Die Beschreibung der ganzen Handschrift muß den Mitteilungen aus der Königlichen Bibliothek vorbehalten bleiben, hier soll aber kurz von einem interessanten kleinen Stücke Kenntnis gegeben werden, das sich im vierten Bande derselben eingetragen findet.

In diesem Bande ist nämlich hinten ein aus einem ursprünglich doppelt so großen, gefaltet und geheftet gewesenen Blatte zurechtgeschnittenes Schutzblatt eingeheftet, das von verschiedenen Händen des 13. Jahrhunderts geschriebene medizinische Regeln und Rezepte enthält, unter ihnen auch das, von dem hier die Rede sein soll, nämlich ein Rezept zur Bereitung von Alkohol: aqua ardens.

Das Doppelblatt, aus dem dieses Schutzblatt (es ist das einzige, das sich in den fünf Bänden findet) zurechtgeschnitten ist, hat vordem als leeres Doppelschutzblatt in demselben Bande, in welchem es jetzt durch Beschneiden an drei Seiten fast um die Hälfte verkleinert und quer zu seiner ursprünglichen Schriftlage hinten eingeheftet ist, vorn seinen Platz gehabt. Es wird das unzweifelhaft erwiesen durch die mathematische Genauigkeit, mit der die Abstände der Fadenlöcher, welche in der alten, jetzt quer durch das Blatt gehenden Bruchlinie des Blattes zutage treten, mit denen der Bünde des Bandes selbst übereinstimmen und durch die starke Bräunung, welche die Vorderseite der ersten Blatthälfte offenbar unter dem Einflusse der Gerbsäure eines Eichenholzdeckels erfahren hat, sowie durch die Rost-

spur eines Nagels vom Beschlage dieses Holzdeckels, die sich auf derselben Blatthälfte findet.

Die Handschrift selbst ist im 12. Jahrhundert, wohl kaum lange nach der Klostergründung (1145), geschrieben, die Eintragung der Rezepte auf die Innenseiten des, wie gesagt, ursprünglich leer dem Bande vorgehefteten Doppelschutzblattes ist der Schrift (oder vielmehr den Schriften) nach in den Anfang des 13. Jahrhunderts zu datieren. Die verschiedenen Schreiber dieser Rezepte, die mehrfach untereinander wechseln, ordneten ihre Eintragungen in zwei Spalten an und befleißigten sich alle, abgesehen vom letzten, einer außerordentlich kleinen Schrift, deren Entzifferung auch infolge reichlicher Verwendung von Abkürzungen nicht immer ganz leicht ist. Im ganzen sind von den vier Spalten der beiden Blattseiten 2¹/₄ Spalten[1] beschrieben, und unser neues Alkoholrezept ist das erste der letzten Spalte, welche unsere Abbildung der bequemeren Lesung wegen in genau doppelter linearer Vergrößerung wiedergibt.

Eigentlich ist es unrichtig, das Rezept als neu zu bezeichnen, denn wir kennen es bereits aus einer Handschrift des Hospitals in San Gimignano, aus der es Francesco Puccinotti in seiner Geschichte der Medizin abgedruckt hat[2]. Aus Puccinottis Buche hat P. Richter dasselbe in seine »Beiträge zur Geschichte der alkoholhaltigen Getränke bei den orientalischen Völkern und des Alkohols«[3] übernommen

[1] Von der ersten Spalte ist der größte Teil beim Beschneiden weggeschnitten, so daß nur die Zeilenschlüsse zu etwa ¹/₃ der Zeilen erhalten geblieben sind. Von der ersten und zweiten Spalte fehlt außerdem das untere Ende mit etwa 10 Zeilen. Die in Spalte 2 erhaltenen Rezepte und Regeln sind folgende:

1. De signis mortis instantis. (Verse.)
2. Potio ad eas quae non possunt concipere.
3. Ad parturiendum.
4. Potio filicis contra conceptionem.
5. Potio ad conceptionem.
6. Fomentum pro vigiliarum instantia.
7. Potio ad somnum provocandum.
8. Ad spleneticos.
9. Ad sitim tollendum et febrem.
10. Item.
11. Ad menstrua provocanda.
12. Versus de ponderibus [nur der Anfang].
13. Optimum experimentum contra sudorem.
14. Oxilodicium mirabile positum ab Alexandro.
15. Ad stultum deridendum. [Mit Geheimschrift, Vokale durch Punkte ersetzt.]
16. Quod si vis facere stellam albam in fronte equi. [Gleiche Geheimschrift.] Schluß fehlt.

[2] Siehe Puccinotti, Storia della medicina. Vol. 2. p. 1. Livorno 1855. Documenti pag. LXIV.

[3] Siehe Archiv f. d. Gesch. d. Naturwissensch. u. d. Technik. Bd. 4. (1913.) S. 442 ff.

und von neuem die Aufmerksamkeit darauf gelenkt. Puccinotti setzt die Handschrift von San Gimignano in das 12. Jahrhundert, wogegen von Lippmann in seinen Beiträgen zur Geschichte des Alkohols[1] Bedenken erhebt, zu denen die genaue Beschreibung P.s nicht die geringste Veranlassung gibt. Ein Versuch, den Hr. Diels aus Anlaß der von Lippmannschen Anzweiflung gemacht hat, die Handschrift in San Gimignano bzw. in Florenz ausfindig zu machen und Datierung und Lesungen P.s nachprüfen zu lassen, ist ergebnislos verlaufen, da ihr Verbleib nicht zu ermitteln war. Ich finde aber in dem, was P. überliefert, durchaus keinen Anstoß, der uns berechtigte, seine Lesungen in irgendwelchen Einzelheiten anzuzweifeln. Meist ist ja auch gerade die Schrift des 12. Jahrhunderts so klar und deutlich in ihren Formen und so sparsam einerseits und regelmäßig anderseits in der Verwendung von Kompendien und Abbreviaturen, daß sie selten besondere Schwierigkeiten für ihre Entzifferung bietet. Um so unwahrscheinlicher ist es aber, daß P., der doch reiche Erfahrung und Übung auf diesem Gebiete besaß, irgend etwas aus seiner Vorlage unrichtig wiedergegeben haben sollte. Wir können deshalb auch wohl ohne besondere Irrtumsgefahr die Lesungen P.s als sichere Grundlage für eine Untersuchung über das Verhältnis der neuen Weißenauer Überlieferung zu der von San Gimignano ansehen und verwenden. Ich betone diesen Umstand deshalb so nachdrücklich, weil ich im folgenden aus den Abweichungen beider Überlieferungen voneinander und besonders aus ihren Fehlern den Nachweis zu führen unternehme, daß sie letzten Endes beide auf eine gemeinsame Vorlage des 8. Jahrhunderts zurückgehen. Natürlich liegt es mir fern, zu behaupten, daß beide direkt aus dieser Vorlage abgeschrieben sind; vielmehr ist das ganz sicher nicht der Fall, sondern man muß voraussetzen, daß von jeder aus mehrere Zwischenglieder rückwärts zu dem zu rekonstruierenden Archetypus führen; aber auch bei weitgehendster Berücksichtigung dieses Umstandes ergeben sich doch so viele, meiner Ansicht nach sichere Anhaltspunkte für die gemeinsame Herkunft aus einer einzigen, in insularer Schrift geschriebenen Quelle, daß ich hoffen darf, auch andere mit meiner Beweisführung zu überzeugen.

Ich lasse nun das Rezept in den beiden Fassungen von W (Weißenau) und G (S. Gimignano) nebeneinander folgen und setze darunter den ursprünglichen Text, wie ich ihn aus beiden glaube herstellen zu können.

[1] Chemiker-Zeitung 1913. Nr. 129, 132, 133, 138, 139. [S.-A. Seite 20.]

W

Ardens aqua ad modum aquae roseae fit hoc modo. Vini libra una in cucurbita ponatur et libra una salis rubei pulverisati aut etiam salis tosti in olla rudi calida et quatuor drachmae sulfuris vivi et quatuor tartari apponatur cum praedictis

et ventosa superponatur. aquositas descendens per nasum ventosae colligatur, qua inunctus parum aliquis servabit flamam sine perdictione substantiae. Uti autem aqua talis diu servari possit cum huius modi effectu in vase vitreo reponatur non poroso, quod habeat os strictum, et in eo sex vel septem guttae olei

et cera coopertum bene conservatur. Hac autem si experiri volueris, sulphur vivum ignitum in eadem extingues, talis qualitatis et confidenter experietur.

G

De aqua ardente.

Aqua ardens ad modum aquae rosae sic fit. Vini rubri libra una in cucurbita ponatur et libra una salis affricani rubri perfecti item et salis communis cocti in olla rudi et dragm[ae] quatuor

tartari in cucurbita ponantur cum vino praefato et ventosa superponatur et aquositas descendet per nasum ventosae, et colligetur quam poteris adstricte unde non habeas flammam neque perdicionem substantiae. Ut autem talis aqua servetur cum

effectu in vase vitreo reponatur non poroso, sit quoque os huius strictum et in eo quinque vel sex guttae olei ponantur, vel dragmae quatuor zaccari, bene coopertum conservetur. Hanc aquam si experire volueris, sulphuris tres p[artes] igitur in eo extingues talis liquidus convenienter potes experiri.

Hergestellter Text:

De aqua ardente.

Ardens aqua ad modum aquae roseae fit hoc modo. Vini libra una in cucurbita ponatur et libra una salis africani rubei pulverisati aut etiam salis tosti in olla rudi calida et quatuor drachmae sulfuris vivi et quatuor tartari apponantur cum praedictis et ventosa superponatur et colligetur quam poterit adstricte, et aquositas descendens per nasum ventosae colligatur. Qua intinctus pannus lini servibit flammam sine perditione substantiae. Uti autem talis aqua diu servari possit cum huius modi effectu, in vase vitreo reponatur aut in testeo non poroso, quod habeat os strictum, et in eo sex vel septem guttis olei et drachmis quatuor cerae cooperta bene conservatur. Hanc autem si experire volueris, sulphur vivum ignitum in ea cum extingues, talis qualitatis aqua confidenter experietur.

Wie man sieht, weicht der wiederhergestellte Text des Archetypus von dem der beiden vorliegenden Überlieferungen oft erheblich ab, und es erwächst mir nun die Verpflichtung, die hergestellten Lesungen im einzelnen zu begründen.

Wenn zunächst W (Kod. v. Weißenau) keine Überschrift hat, während in G (Kod. v. S. Gimignano) sich eine solche findet, so kann das an sich natürlich ebensogut versehentliche Auslassung seitens W als willkürlicher Zusatz von G sein. Mehr ins Gewicht fällt aber der Unterschied der Lesungen von W und G gleich im ersten Satze. Wenn hier nämlich in W steht *salis rubei pulverisati*, in G dagegen *salis africani rubri perfecti*, so kann das Mehr der Herkunftsbezeichnung des Salzes unmöglich selbständiger Zusatz von seiten G.s sein, vielmehr ist man zu der Annahme gezwungen, daß in W dieser Name zu Unrecht ausgelassen ist. *Rubei* (W) statt *rubri* (G) ist eine an sich belanglose Variante, da aber die Mappae clavicula[1] meist die Form *rubeus* bevorzugt und nur wenige Male Formen von *ruber* aufweist, so dürfte hier W das Ursprüngliche bewahrt haben. Ebenso liegt die Sache aber auch bei dem folgenden Worte, das zweifellos W mit *pulverisati* richtig überliefert, während die Lesung von G *perfecti* sinnlos ist. Wenn wir uns nun aber klarzumachen versuchen, wie die falsche Lesung *perfecti* aus der richtigen *pulverisati* entstanden sein könnte, so ergibt sich als das Nächstliegende, darin die falsche Auflösung einer Abkürzungsform zu sehen. Hierbei kann es für uns ganz außer Betracht bleiben, auf welchem mehr oder minder direktem Wege der oder die Abschreiber der italienischen Überlieferung von *pulveri-* zu *per-* gelangt sind, aber die Gleichung *sati* und *fecti* hat die Verwechselung von ſ und f und von offenem *a* (*a*) mit *ec* zur Voraussetzung, und damit würden wir zum ersten Male auf die nationalen, vorkarolingischen und frühkarolingischen Schriftarten gewiesen werden. Ebendahin führt uns aber auch die Lesart *item et*, die G an Stelle des richtigen *aut etiam* bietet. Auch hier liegt falsche Auflösung von Kürzungsformen vor, und diesmal werden wir bereits mit einiger Sicherheit auf eine Vorlage in insularer Schrift geführt. Die Hauptquelle des Irrtums in G ist nämlich die insulare Abkürzung für aut = *ā*, ein offenes *a* mit Kürzungsstrich, die ein Schreiber der italienischen Überlieferung fälschlich für *iτ̄* gehalten und mit *item* aufgelöst hat. In der Weißenauer Handschrift sind die ursprünglichen insularen Kürzungen (*ā ēt*)[2] eigentlich sogar noch erhalten, nur ist in der ersten derselben die Form des Buchstabens modernisiert und

[1] Siehe Archeologia XXXII, S. 183 ff.

[2] Siehe Lindsay, Contractions in early minuscule Mss. (1908) S. 8 u. 12.

in der zweiten die Silbe *et* durch das ebenfalls aus der insularen Schrift stammende Siglum ⁊ ersetzt.

Ob in den folgenden Worten die italienische Überlieferung *communis* hinzugefügt hat oder die deutsche dieses Wort zu Unrecht ausgelassen hat, kann man nicht mit Sicherheit entscheiden. Da es aber für den Sinn nicht notwendig ist, habe ich es fortgelassen.

Bei den Varianten *tosti* (W) und *cocti* (G) liegt die größere Wahrscheinlichkeit, das Ursprüngliche bewahrt zu haben, wiederum auf seiten der deutschen Überlieferung. Paläographisch liegen beide Worte in insularer Schrift wieder sehr nahe beieinander, freilich auch in der frühkarolingischen Minuskel.

Calida ist in G ausgefallen, wohl zu Unrecht, obwohl es entbehrlich ist.

Das Fehlen der Worte *sulfuris vivi et* [*dragmae*] *quatuor* in der Handschrift von S. Gimignano beruht augenscheinlich auf einem der verbreitetsten Schreiberversehen (homocoteleuton), denn obwohl der Zusatz von Schwefel zu dem Wein auf die Abdestillierbarkeit des Alkohols von gar keinem oder sogar durch Mitreißen von feinen Schwefelteilen durch die Dämpfe von nachteiligem, verunreinigendem Einflusse ist, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Zusatz in dem Rezepte von alters her enthalten war. Das beweist nicht nur das Rezept des Marcus Graecus[1], sondern auch die von Diels mit vollem Recht herangezogene Hippolytusstelle, die, soviel Unwahrscheinliches und Unverstandenes sie an sich auch enthält, doch ohne Zweifel die Erfahrungstatsachen der Alkoholdestillation zur Voraussetzung hat. Die von Lippmann[2] beschriebenen Rostocker Versuche können nichts dagegen beweisen, da in ihnen die krassen Unmöglichkeiten, die sich in den Worten des Hippolytus finden, in unzulässiger Weise beseitigt sind. Einem lebenden Menschen kochenden Wein auf den Kopf zu gießen, dürfte wohl auch bei aller vorbereitenden Einsalbung oder gar Benutzung einer Perücke ohne Schädigung seines Trägers unmöglich sein. Ein totes Kaninchenfell gibt dafür keinen hinreichenden Beweis!

In dem folgenden Abschnitte hat zunächst die Weißenauer Überlieferung einige kleine Versehen, denn es muß natürlich *apponantur* statt *apponatur* und *superponatur* statt *supponatur* heißen. Beide Male ist der Kürzungsstrich versehentlich ausgefallen. Der nächste Satz aber ist in beiden Überlieferungen stark entstellt, doch läßt auch er sich durch Zuhilfenahme der in den Rezepten des Marcus Graecus ent-

---

[1] Siehe Diels, Entdeckung des Alkohols (Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1913) S. 18.

[2] Siehe Chemiker-Zeitung, 1913, S.-A. S. 6/7.

haltenen Angaben mit ausreichender Sicherheit in seiner ursprünglichen Form wiederherstellen. In der Weißenauer Überlieferung ist nämlich hinter dem Worte *superponatur* eine Lücke anzusetzen, deren Ausfüllung uns die italienische Überlieferung an die Hand gibt, und umgekehrt ist in der Handschrift von S. Gimignano ein Stück des Urtextes ausgefallen, das uns in dem Weißenauer Kodex erhalten ist.

Während nun aber die deutsche Überlieferung mit dem verbleibenden Reste verhältnismäßig schonend verfuhr, indem sie bei ihren Änderungen den Lautbestand der Vorlage nach Möglichkeit beibehielt, hat einer der italienischen Vermittler aus den Trümmern der Überlieferung nicht ohne Geschick, aber doch greifbar falsch, einen verständlichen Satz durch schonungslosere Veränderungen an den überlieferten Worten und durch Umstellungen herzustellen versucht. Um besser übersehen zu können, wie diese Fehler entstanden sind, wird es gut sein, die ganze Stelle hier so herzusetzen, wie sie vermutlich im Archetypus gestanden hat:

. . . . ventosa superponatur* et aquositas descendens per nasum ventosae colligatur. qua inunctus pañus lini servibit flam̄am sine perditione substantiae.

*et colligetur quam poterit adstricte

In der Weißenauer Überlieferung ist der vom Schreiber des Archetypus zunächst infolge Abirrens des Auges von einem *et* zum andern übersehene und dann am Rande nachgetragene Satz *et — adstricte* ausgefallen. In der italienischen Überlieferung ist er fälschlich als Variante zu *colligatur* aufgefaßt und an dessen Stelle eingesetzt. Unterstützt wurde die Auffassung des Abschreibers, der die Randnote als Variante einsetzte, noch dadurch, daß er auch *quainunct⁹* fälschlich als *quamunde* las; jedenfalls hat er daher wohl sein *unde* genommen. Daß auch er *parum*, wie W gibt, in der Vorlage las, scheint mir trotz der starken Änderungen, die er an dem Schlusse des Satzes vorgenommen hat, noch aus dem Sinne dessen, was er herstellte, durchzuschimmern, denn offenbar bemüht er sich nur, den Inhalt derselben Worte, wie sie auch W hat, in einem seiner Auffassung nach verständlicherem Latein wiederzugeben.

Das Wort *parum* ist aber auch der Stein des Anstoßes, über den die deutsche Überlieferung zu Fall gekommen ist. Auch das, was W bietet, ist nur das Resultat eines Einrenkungsversuches der aus dem Leim gegangenen Überlieferung. Zum Glück haben wir aber in der Parallelüberlieferung unseres Rezeptes, in dem zweiten Marcusgraecus-Rezepte[1], den sichersten Nachweis, was hier ursprünglich gestanden haben muß. Statt *parum aliquis* ist nämlich einzusetzen *panus lini.*

[1] Siehe Diels, a. a. O. S. 19.

Das sieht zunächst sehr abweichend aus; schreiben wir aber *pānus* mit einem n und setzen wir, wie das ja in der Überlieferung der Mappae clavicula, soweit sie uns in der Luccahandschrift vorliegt, fast die Regel ist, den Akkusativ als Nominativ, so erhalten wir mit *pānum* eine Form, die gerade in insularer Schrift einem *parum* zum Verwechseln ähnlich sieht. Von *lini* mag dann zu *aliquis* der Weg über *ligni* geführt haben.

Das Marcusrezept gibt uns aber mit *praestabit* auch noch die sichere Wiederherstellung eines anderen in der Weißenauer Handschrift leicht veränderten Wortes an die Hand, nämlich *servibit* für *servabit*. Einem in den karolingischen Klosterschulen gebildeten Schreiber mußte natürlich eine Form *servibit*, die dem Vulgärlatein von Plautus' Zeiten an bis auf Venantius Fortunatus[1] ganz geläufig war, als ein verbesserungswürdiges Versehen seiner Vorlage erscheinen, zu dessen Änderung er sich berechtigt und verpflichtet fühlte; und was war dann näherliegend, als aus *servibit servabit* zu machen? Freilich verschob diese Änderung den ursprünglichen Sinn des Satzes vollends, aber das konnte ja für ihn um so weniger ein Hindernis sein, als schon mit *parum* statt *pannus* oder *pannum* die Sache nicht mehr recht stimmte und er somit sowieso über den Sinn der Worte, die er abschrieb, sich offenbar nicht mehr recht klar war. *Aliquis* statt *lini* (oder *ligni*) ist dann der Schlußstein seines Rekonstruktionsversuches, der freilich sehr wenig befriedigend ausgefallen ist.

Die hier von uns wiedergewonnene Form *servibit* gibt uns nun aber in gleichbestimmter Weise, wie die Paläographie, den Beweis, daß die Niederschrift des Archetypus, aus dem unser Rezept in beide Überlieferungen übergegangen ist, in die Zeit vor der durchdringenden Wirkung der karolingischen Renaissance gesetzt werden muß. Wir würden also damit mindestens in die Mitte des 8. Jahrhunderts zurückverwiesen werden.

In dem nächsten Satze hat der italienische Überlieferungszweig wiederum leicht gekürzt, jedoch ohne daß wesentliche sachliche Änderungen damit verknüpft sind. Wir können deshalb darüber hinweggehen. Ebenso ist es sachlich ganz belanglos, ob 5 und 6, oder 6 und 7 Tropfen Öls zum Luftabschluß der Flüssigkeit in dem engen Flaschenhals verwendet werden sollen. Änderungen in solchen Punkten erlauben sich ja die Abschreiber bekanntlich mit Vorliebe. Da nun die deutsche Überlieferung sich durchweg als enger der Vorlage folgend erweist, so haben wir um so weniger Grund, in diesem Punkte zugunsten der italienischen Überlieferung von ihr abzuweichen.

[1] Siehe Neue, Lat. Formenlehre 3, 322 ff.

Sachlich falsch und unmöglich ist es aber, wenn in der Handschrift von S. Gimignano die Erwähnung der Verstöpselung des Flaschenhalses mit Wachs fehlt und statt dessen ein zweiter Luftabschluß mit Zuckerlösung statt mit Öl in Vorschlag gebracht wird. Ein solcher Luftabschluß mit Zucker (es kann sich selbstverständlich nur um eine Zuckerlösung handeln) ist nämlich praktisch ganz unausführbar. Der Zucker würde auf dem Alkoholgemisch nicht schwimmen, sondern sofort zu Boden sinken und sich dann allmählich in demselben verteilen. Eine Verhinderung der Verdunstung, wie sie der Ölabschluß unterstützt durch die Verstöpselung mit einem Wachspfropfen bewirkt, würde also mittels Zucker nicht zu erreichen sein. Aber wieder läßt sich auch hier zeigen, daß der Fehler der italienischen Überlieferung mit größter Wahrscheinlichkeit auf einer irrtümlichen Lesung der vorkarolingischen Vorlage beruht. In der Weißenauer Handschrift fehlt nämlich die Angabe über das Gewicht des Wachsstöpsels. Eine solche Angabe ist an sich freilich überflüssig, da es auf das Gewicht desselben gar nicht ankommt; sie kann aber trotzdem im ursprünglichen Wortlaut des Rezeptes enthalten gewesen sein, und zwar, da das angegebene Gewicht von vier Drachmen = 17.28 g mit der Praxis durchaus in Einklang zu bringen ist, genau so, wie sie in der italienischen Handschrift steht, also *drachmis quatuor cerae*. Nehmen wir nun weiter an, daß diese Gewichtsangabe ursprünglich in Gewichts- und Zahlzeichen geschrieben war und daß ein Schreiber oder Korrektor am Rande oder zwischen den Zeilen diese Angabe in Worten nochmals wiederholte, so erhalten wir in vorkarolingischer Schrift wiederum ein Schriftbild dieser Stelle, aus der sich auch die falsche Lesung der S.-Gimignano-Handschrift mühelos erklären läßt, nämlich: *dragmis quatuor* ⁏ıııı cere. Der Abschreiber hat die Wiederholung der Gewichtsangabe in Gewichts- und Zahlzeichen als solche nicht erkannt und infolgedessen das Drachmenzeichen für *z* gehalten und aus den übrigen Hasten und Buchstaben sich das naheliegende Wort *zaccari* zusammengelesen. Sachkenntnis hat er damit freilich nicht verraten, aber davon ist auch in seinen übrigen Änderungen nichts zu spüren. Die leichten Änderungen *guttis* statt *guttae* und *cooperta* statt *coopertum*, die ich an der gemeinsamen Überlieferung vorgenommen habe, stellen zwar einen grammatisch einwandfreien und sachlich richtigen Text her, aber gegenüber dem wilden Durcheinander, in dem sich Kasus- und Geschlechtsformen in der vom karolingischen Einfluß unberührten Überlieferung eines Teiles der Mappae clavicula in der Handschrift von Lucca sowie in dem Vaticanus reg. 2079 verwendet finden, möchte ich die Änderungen fast für unnötig halten, wenigstens wenn es nur darauf ankommt,

den gemeinsamen Archetypus des 8. Jahrhunderts wiederherzustellen. In diesem kann tatsächlich *guttae* als Ablativ und *coopertum* als Prädikat zu *aqua* verwendet gewesen sein. Für Ähnliches ließen sich aus den genannten Handschriften Dutzende von Beispielen beibringen.

In den Worten *in vase vitreo reponatur non poroso* möchte ich, obwohl sie in beiden Überlieferungen völlig gleich lauten, doch einen Fehler vermuten, der dann freilich schon in dem Archetypus gestanden haben müßte. Der Zusatz *non poroso* zu *vase vitreo* ist nämlich überflüssig, denn poröses Glas, von dem das hier genannte durch einen solchen Zusatz unterschieden werden sollte, gibt es nicht. Die Übersetzung, die von Lippmann[1] gibt, »in einem fehlerlosen Glase«, ist falsch, denn diese Bedeutung kann der Ausdruck *non porosus* nicht haben und hat er nie gehabt. Das Wort ist halbgriechischen Ursprungs (von πῶρος der Tufstein), und die vorliegende Stelle dürfte wohl der älteste Beleg seiner Verwendung sein. Seine Bedeutung ist zweifellos die, in der wir es heute noch verwenden: porös, d. h. wasserdurchlässig infolge von Kapillarität. Es ist also zu vermuten, daß hier noch eine zweite Gefäßsorte genannt war, von der es poröse und nichtporöse Arten gab. Das sind aber unglasierte bzw. glasierte Tongefäße, von denen also die unglasierten, porösen als für diesen Zweck unbrauchbar durch den Zusatz *non poroso* mit Recht abgewiesen werden. Wenn ich oben im Texte nun das zu ergänzende Wort mit *testeo* eingesetzt habe, so geschah das deshalb, weil gerade aus der Mappae clavicula *vas testeum* in der Bedeutung Tonflasche, Tonkrug mehrfach zu belegen ist. Im übrigen wird durch den Einschub von *aut in testeo* auch eine geschraubte, der einfachen Redeweise unangemessene Wortstellung beseitigt.

Der Schlußsatz unseres Rezeptes bietet ganz besondere Schwierigkeiten, die sich der Wiederherstellung seiner ursprünglichen Form entgegenstellen, obwohl das, was in ihm gesagt werden soll, sachlich einwandfrei festgestellt werden kann unter Berücksichtigung dessen, was bei Marcus Graecus[2] im zweiten Rezept über die medizinische Verwendung des Alkohols gesagt wird. Wenn es nämlich dort heißt: *illa quae primo egreditur est bona et ardens, postrema vero est utilis*[3] *medicinae*, so ersieht man daraus, daß man den bei dem Destillationsvorgange zuerst übergehenden starkprozentigen Alkohol in der Regel nur als »Feuerwasser« verwendete und gegen seinen Gebrauch als einzunehmendes Medikament Bedenken hegte. Später ändert sich

[1] Siehe Chemikerzeitung 1913. S.-A. S. 20.

[2] Siehe Diels, a. a. O. S. 19.

[3] Nicht Berthelots Text sagt sinnwidrig »ist brauchbar«, sondern von Lippmann ändert a. a. O. S. 21 Anm. 112 sinnwidrig »ist unbrauchbar«.

diese Auffassung freilich, wie die Auslassungen von Thaddäus Alderotti über die Gradabstufungen der Alkoholdestillate beweisen[1]. Daß es sich aber bei den Worten *utilis medicinae* um innerliche Anwendung handelt, geht aus dem Gegensatz zu den darauffolgenden Worten: *De prima* (d. h. also: aus dem starkprozentigen Vorlauf) *etiam mirabile fit collirium ad maculam vel pannum oculorum.* Den starkprozentigen Alkohol in der Heilkunde äußerlich zu verwenden, trug man also offenbar schon frühzeitig kein Bedenken.

In unserm Schlußsatze ist nun aber die Probe angegeben, mittels deren man zwischen dem Alkohol als Feuerwasser und zu medizinisch äußerem Gebrauch einerseits und dem als innerliches Heilmittel verwendbaren schwachprozentigen Alkohol anderseits unterschied. Hr. Beckmann, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie in Dahlem, hatte die Freundlichkeit, mir den ganzen Destillationsvorgang unter Zugrundelegung der Angaben unserer Rezepte in seinem Laboratorium praktisch vorzuführen und auch die hier angegebene Schwefelprobe anzustellen. Es ergab sich dabei, daß die Grenze zwischen den beiden Alkoholarten ungefähr bei 35 Volumprozenten liegt. Mit schwächerem als 35 prozentigem Alkohol kann man brennenden Schwefel auslöschen, mit höherprozentigem gelingt es dagegen nicht. Die Kenntnis, daß nur der höhere Wassergehalt des Destillats die löschende Wirkung bedingt, darf und kann man von den Chemikern des Altertums und des frühen Mittelalters füglich nicht verlangen. Dazu fehlte ihnen die genauere Einsicht in die dem Destillationsvorgange zugrunde liegenden physikalischen Gesetze. Sie schieden die aus dem Weine gewonnenen Destillationsergebnisse nach den beobachteten Wirkungen und konnten infolgedessen mit gutem Grunde das Anfangs- und Endprodukt der Destillation nach ihren verschiedenen Verhalten zu brennendem Schwefel als verschiedene Arten desselben Stoffes ansprechen.

Das Wesentlichste aber, das wir aus dieser Schwefelprobe lernen, ist, daß sie mit den in unserm Rezepte genannten Destillationseinrichtungen einen Alkohol von mehr als 35 Prozent zu gewinnen imstande gewesen sein müssen, und wenn von Lippmann bei seinen Versuchen[2] nicht zu diesem Ergebnis gekommen ist, so zeigt das eben nur, daß die hergestellten Versuchsbedingungen nicht denen entsprachen, unter denen die Chemiker unseres Rezeptes diesen Alkohol zu gewinnen wußten. Selbstverständlich halte auch ich die Anwendung der Kühlschlange, wie sie Alderotti beschreibt, für eine neuere

[1] Siehe von Lippmann, a. a. O. S. 23.

[2] Siehe Diels, a. a. O. S. 30 f.

Erfindung, wie ja überhaupt seine Auffassung und Beschreibung des Destillationsvorganges und seine Bewertung ihrer Ergebnisse gegenüber denen der älteren Vorgänger ganz wesentlich verändert und fortgeschritten ist. Aber den Gebrauch einer primitiveren Art der Kühlung darf man meiner Ansicht nach unbedenklich auch schon für frühere Zeiten voraussetzen, auch wenn in den Quellen davon nicht ausdrücklich die Rede, zumal wenn dieselbe zur Erzielung des Erfolges, der uns denn doch durch den Schwefelversuch ausdrücklich bezeugt ist, wie von Lippmann selbst behauptet, so unbedingt notwendig ist. Die allgemeinen Ausführungen von Lippmanns über die Destillation sind mit dem, was z. B. von Nernst und Hesse[1] in ihrem Buche über Siede- und Schmelzpunkt über den Destillationsvorgang gesagt ist, nicht recht in Einklang stehend. Auf das Abscheiden bzw. das Verdampfen des Alkohols im Verhältnis zum beigemischten Wasser hat danach die Kühlung direkt gar keinen Einfluß. Erst die Erhöhung des Dampfdruckes in dem allseitig geschlossenen Destillationsapparat, der bei der außerordentlichen Flüchtigkeit der Alkoholdämpfe notwendigerweise einen einzigen zusammenhängenden, von der Außenluft völlig abgeschlossenen Hohlraum bilden muß[2], sollen anders nicht die Alkoholdämpfe in die Luft entweichen, würde einerseits das Verdampfungsverhältnis zuungunsten der Alkoholdämpfe gegenüber den Wasserdämpfen beeinflussen und anderseits recht bald den Destillationsapparat auseinanderreißen. Aus diesem Grunde ist aber die Kühlung der Vorlage in der Tat unumgänglich notwendig, falls man nicht den Weg, den die Dämpfe von dem Kochgefäß bis zur Vorlage zurückzulegen haben, so lang macht, daß die Kühlung durch die umgebende Luft dauernd genügt, die Dämpfe wieder in den Flüssigkeitszustand überzuführen. Ob man in älterer Zeit dieses Verfahren eingeschlagen hat oder die Vorlage durch Aufgießen von Wasser oder Auflegen von nassen Tüchern kühlte, darüber geben uns unsere Quellen leider keine Auskunft. Es ist aber zu bedenken, daß die technisch hochentwickelte Kühlschlange Alderottis ohne Zweifel primitivere Stufen der Wasserkühlung als Vorgänger gehabt haben muß.

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zu der Wiederherstellung des Schlußsatzes zurück, so ist zunächst zu bemerken, daß die Fehlerhaftigkeit der italienischen Überlieferung schon in dem ganz unverständlichen *tres p[artes]* klar zutage tritt. Die *tres partes* schweben

[1] Siehe Nernst und Hesse, Siede- und Schmelzpunkt, Braunschweig 1893. S. 65 ff. (vgl. auch Nernst, Theoretische Chemie S. 112).

[2] Daß die alten Chemiker diese Bedingung kannten und erfüllten, beweist die in allen Rezepten vorkommende Vorschrift der genauen Abdichtung von cucurbita und ventosa bzw. alembicus.

völlig in der Luft, solange eine entsprechende Verhältniszahl bei der Alkoholmenge fehlt. Es erscheint mir deshalb auch völlig sicher, daß auch dieses *tres p.* wieder auf den Lesefehler eines Abschreibers beruht. Die Weißenauer Handschrift hat an derselben Stelle *uivum.* Für diese Form hat die Luccahandschrift häufig *uibum,* und ich halte es deshalb nicht für ausgeschlossen, von hier aus die *tres partes* = iii p über *uipum* entstanden sind.

Auch in dem folgenden Worte hat zweifellos die deutsche Überlieferung recht gegenüber der italienischen, denn ihre Lesung *ignitum* gibt einen verständlichen Sinn, während das *igitur* der Handschrift von S. Gimignano nichts als ein ganz überflüssiges, ja störendes Flickwort ist. Auch diese beiden Varianten führen uns aber wieder mit aller Bestimmtheit auf einen insularen Archetypus, welcher selbst aus seiner eigenen Vorlage ein ausgeschriebenes *ignitum,* an dem aus Versehen die vordere Hasta des n etwas zu lang geraten war, fälschlich mit ıġtū (= *igritum*) wiedergab. Das hat dann die deutsche Überlieferung getreulich übernommen, die italienische aber nach ihrer Art zu verbessern gesucht. Der Schreiber der Weißenauer Handschrift las das, was er schrieb, natürlich richtig *ignitum,* während der italienische folgerichtig eigentlich *igitur tum* oder *igitur cum* hätte schreiben müssen, wenn anders er seiner Vorlage treu folgen wollte.

In diesem Nebensatze fehlt aber augenscheinlich eine Zeitpartikel, die wohl als *cum* hinter *ignitum* zu ergänzen oder aber in dem *dem* von *eadem* stecken könnte. Was das Richtige von beiden ist, kann man nicht entscheiden. An dem Indikativ *extingues* braucht man dabei keinen Anstoß zu nehmen.

In bezug auf die Worte *talis qualitatis* ist gleichfalls keine völlige Sicherheit zu erlangen. Die Abkürzungsformel, welche die Weißenauer Handschrift bietet, muß wahrscheinlich und kann jedenfalls so aufgelöst werden. Ob darin aber der Buchstabenbestand des Archetypus genau wiedergegeben ist, könnte angezweifelt werden. Jedenfalls müßte dann aber hinter *qualitatis* das regierende Wort zu diesem Genitiv ausgefallen sein. Es wäre dann das Nächstliegende, dieses Wort aus der italienischen Überlieferung mit *liquidus* zu ergänzen. Da aber auch das folgende *et* störend ist, habe ich vorgezogen, dieses *et* in *aqua* zu ändern, zumal die italienische Variante *liquidus* mehr den Eindruck einer Zusammenziehung der Worte der Vorlage macht.

Damit sind wir an den Schluß unserer Untersuchung angekommen, deren Verlauf, so hoffe ich, die gewählte Überschrift gerechtfertigt hat. Unserm Rezepte seinen Platz im Rahmen der Mappae-clavicula-Überlieferung zuzuweisen, behalte ich einer späteren Untersuchung vor.

Ausgegeben am 26. Juli.



1917 XXXVII. XXXVIII

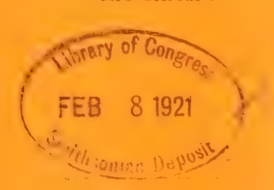
SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MIT TAFEL I



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

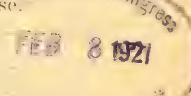
SITZUNGSBERICHTE 1917.

XXXVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



26. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

*1. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff sprach über hellenistische Epigrammatik.

Wie die Grabepigramme zuerst nur Tatsächliches festhalten wollen, allmählich Gefühl und Stimmung hereinkommt und am Ende die Gedichte gar nicht mehr für das Grab bestimmt sind, sondern den Anteil des Dichters an dem Todesfall aussprechen, so gilt dasselbe von den Weihepigrammen. Es ward an einigen frühhellenistischen Gedichten der Gehalt an echtem Naturgefühl gezeigt, an mehreren um 270 verfaßten, daß sie keine Aufschriften mehr sind, sondern dem Leser die betreffenden Dinge lobend vorführen.

*2. Hr. Morf machte eine Mitteilung über die Folioausgabe der *Essais* Montaignes durch Marie de Gournay von 1635.

In der Vorrede dieser mit Unterstützung Richelieus und anderer herausgebrachten und ihm gewidmeten Ausgabe der *Essais* erklärt Montaignes 'Adoptivtochter', daß sie nach Fertigstellung des Druckes zwei Exemplare nochmals mit der Feder durchkorrigieren werde, um möglichste Fehlerlosigkeit des Textes zu erreichen. Eines dieser Exemplare werde sie der Bibliothek des Königs, das andere der Bibliothek des Kanzlers Séguier überweisen, um damit einen authentischen Text der *Essais* für die Nachwelt bereitzustellen und eine letzte Pflicht gegen ihren 'Vater' zu erfüllen. Das eine dieser Exemplare, offenbar das Séguiersche, befindet sich heute in der Königlichen Bibliothek zu Berlin. Mit der Büchersammlung des brandenburgischen Gesandten am Versailler Hofe, Ezechiel von Spanheim, ist dieses Handexemplar der Gournay nach Berlin gekommen. Seit Ch.-E. Jordan 1730 höchst oberflächlich darüber berichtet hat, war es verschollen. — Die Hoffnung der Gournay, einen endgültigen Text der *Essais* ne varietur gegeben zu haben, hat sich nicht erfüllt; dafür hat sie, trotz der Versicherungen der Vorrede, dem zeitgenössischen Purismus und andern Rücksichten zu viel Montaigneschen Sprachguts geopfert.

3. Das auswärtige Mitglied Hr. Hugo Schuchardt in Graz sandte eine Mitteilung ein, betitelt: Sprachverwandtschaft.

Es werden die allgemeinen Streitpunkte dargelegt und erörtert, um die es sich bei der Sprachverwandtschaft handelt.

Sprachverwandtschaft.

Von Hugo Schuchardt
in Graz.

Die Auffassung der sprachwissenschaftlichen Grundfragen ermangelt noch immer der Einhelligkeit, die sich nach so vielen trefflichen Arbeiten erwarten ließe: fast könnte man sagen, das große Gedränge habe den allgemeinen Fortgang gehemmt. Die streitigen Punkte heben sich entweder nicht genug aus der lehrhaften Darstellung heraus oder sie erscheinen wiederum in allzugroßer Absonderung. So halte ich es denn nicht für überflüssig, meine Ansichten über eine Gruppe der wichtigsten Fragen, nämlich über die Sprachverwandtschaft, hier so kurz und scharf wie möglich vorzutragen, selbst auf die Gefahr hin, manches Wesentliche beiseite zu lassen. Sollte auch jedes einzelne schon von andern bemerkt oder angedeutet worden sein, so wird doch der Zusammenhang, in welchem ich es bringe, nicht verfehlen, neue Gedanken anzuregen[1].

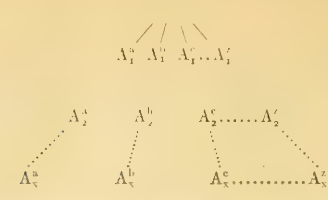
---

[1] Dem überreichen Schrifttum über Sprachverwandtschaft entnehme ich nur gelegentlich einen oder den andern Beleg als Stützpunkt für meine Auseinandersetzungen. Auf meine eigenen Arbeiten beziehe ich mich nicht im einzelnen. Ich habe dem Gegenstand von Anfang an meine Aufmerksamkeit zugewendet (Vok. d. Vulgärl. 1866: 1, 76ff. 1868: 3, 32ff., Über die Klassifikation der romanischen Mundarten 1870) und ihn ein halbes Jahrhundert hindurch nicht aus den Augen verloren, am wenigsten bei meinen kreolischen, baskischen, kaukasischen und afrikanischen Studien. Aus den letzten Jahren gehören hierher: (1912) Geschichtlich verwandt oder elementar verwandt? Magyar Nyelvör 41, Bari und Dinka, Wiener Ztschr. f. d. K. d. Morgenl. 26, Anz. von: Meinhof, Die Sprachen der Hamiten ebd., Zur methodischen Erforschung der Sprachverwandtschaft (Nubisch und Baskisch), Rev. intern. des études basques 6, Romano-baskisches, Ztschr. f. rom. Ph. 36, (1913) Baskisch-hamitische Wortvergleichungen, RB 7, (1914) Die Sprache der Saramakkaneger in Surinam, Verh. der Amsterdamer A. d. W., Zur methodischen Erforschung der Sprachverwandtschaft II., RB 8 (aber wegen des Krieges nicht erschienen; mit Beziehung auf A. Meillets Le problème de la parenté des langues 1914; er wiederum hat meinen Aufsatz besprochen im Bull. de la S. de l. de Paris 1915), (1915) Baskisch = Iberisch oder = Ligurisch? Mitt. der Anthrop. Ges. in Wien 45, (1916) Berberische Hiatustilgung, SB der Wiener A. d. W., (1917) Anzeige von: de Saussure, Cours de lingu. gén., Ltbl. f. germ. u. rom. Ph. 38. Im Laufe so vieler Jahre haben sich begreiflicherweise — man wird mir also daraus keinen Vorwurf machen — meine Anschauungen nicht nur fortgebildet, sondern auch etwas umgebildet, z. B. in bezug auf die kreolischen Sprachen als Mischsprachen (siehe unten S. 522, Anm. 1).

Mit vergleichender Sprachwissenschaft meinen wir auch heute noch die der arischen Sprachen, obwohl daneben andre vergleichende Sprachwissenschaften bestehen und entstehen. Der kurze Ausdruck bliebe besser der Gesamtheit der Sprachen vorbehalten. Jede vergleichende Sprachwissenschaft hat es mit einer Gruppe untereinander verwandter Sprachen zu tun, und diese Verwandtschaft wird erst durch Vergleichung ermittelt. Es bildet also die Vergleichung den Anfang: ihr Wahrspruch kann auch auf nicht erwiesene Verwandtschaft lauten, nie auf erwiesene Unverwandtschaft.

Was Sprachverwandtschaft bedeutet, ist kaum irgendwo deutlich auseinandergesetzt worden, und zwar nicht ohne Schaden auch der besondern Zwecke. Wir werden nicht an die Dinge herangeführt, sondern mitten in sie hineingestellt. Allerdings trägt der Ausdruck den Anschein der Selbstverständlichkeit, damit aber zugleich die Gefahr des Mißverständnisses, und das Mißverständnis ist durch den Trieb gefördert worden, der im vorigen Jahrhundert aufkam, die Sprachwissenschaft von den Geisteswissenschaften loszulösen und an die Naturwissenschaften anzuschließen. Bezeichnungen wie Vorstellungen, die diesen eigentümlich sind, verpflanzte man in sie hinein. Nicht nur verglich man die Sprache mit einem Lebewesen, einem »Individuum«, man nahm sie geradezu dafür[1]. G. von der Gabelentz sagte 1891 (Sprachw. 11): »So reden wir von Sprachfamilien und Sprachstämmen, von Tochter- und Schwestersprachen, kurz von verschiedengradigen Verwandtschaften. Diese Ausdrücke sind längst in der Wissenschaft eingebürgert und völlig unverfänglich; denn niemand wird vergessen, daß die Genealogie der Sprachen nicht Reihen verschiedener Individuen darstellt, sondern verschiedene Entwickelungsphasen desselben Individuums.« Diese Ausdrücke sind keineswegs unverfänglich; sie nähren falsche Auffassungen. Der Unterschied allerdings zwischen der stetigen Fortsetzung, wie sie sich z. B. vom Lateinischen zum Romanischen zeigt, und der menschlichen Fortpflanzung springt in die Augen. Eher vermögen »Schwestersprachen« in uns die Vorstellung von wirklichen Schwestern zu erwecken; dann lehrt uns aber sofort die Überlegung, daß, wo es keine Abtrennung des Kindes von der Mutter gibt, es auch keine Geschwister geben kann. In Wirklichkeit stellt sich die »Nachkommenschaft« des Lateins und anderer Ursprachen etwa folgendermaßen dar:

[1] Ähnliches geschah und geschieht auf benachbarten Gebieten. So sagt L. Frobenius 1898 (Der Ursprung der afrikanischen Kulturen xiii): »Die Kultur wächst allein, ohne Mensch, ohne Volk. Und daher eben: Die Kultur ist ein Lebewesen.«



Nur müssen wir uns das Flachbild verkörperlichen, nämlich den ausgespreizten Fächer als Kegel denken mit einer Grundfläche gekreuzter Linien. Alle diese Linien bedeuten Reihen, zeitliche (A, A_1^a ..... A_x^a) oder räumliche (A_x^a, A_x^b ..... A_x^z), das heißt je entfernter die Glieder voneinander in Zeit und Raum sind, desto entfernter auch ihrem innern Wesen nach. Entwicklung und geographische Abstufung[1] ergänzen sich als Vorgang und Ergebnis. Beide können sehr ungleichmäßig in die Erscheinung treten, ihre Übergänge können bald schroffere, bald sanftere sein. In jene (Wasserfälle oder Steilen) pflegt man Grenzen zu legen, von Sprachperioden oder von Mundarten, und auf die zusammengeordneten Grenzen eine stammtafelartige Einteilung der Mundarten zu gründen. Man verkennt dabei, daß solche Grenzen an und für sich zu Recht bestehen und doch nicht weiter in Rechnung gebracht werden können. Setzen wir als denkbar einfachsten Fall eine Reihe *abcd efgh*, in welcher der Abstand jedes Gliedes von dem benachbarten 1, nur der zwischen dem vierten und fünften 3 betrüge. Ohne Bedenken wird man einen Einschnitt, eine Grenze zwischen *d* und *e* feststellen: ließe sich aber damit eine Teilung in zwei Gruppen rechtfertigen? Das Wesentliche ist doch die Richtung der Abstände, die von *a* aus wachsen (1 2 3 6 7 8 9)[2]. Aus der tatsächlichen Ordnung der Mund-

---

[1] In der »Einführung« erwähnt Meyer-Lübke die von mir 1868 und 1870 erörterte geographische Abstufung mit keinem Wort, obschon sie sich auch auf andern Gebieten deutlichst offenbart (s. H. Paul), wohl aber gedenkt er meines Stammbaums des Romanischen von 1866. Eine feste, endgültige Einteilung der romanischen Mundarten ist seiner Meinung nach vorläufig nicht möglich, weil uns die Kenntnis so vieler Tatsachen noch abgehe; sie ist überhaupt unmöglich, und das liegt in der Natur der Sache. Der Willkür ist ein ziemlich weiter Spielraum gewährt. So konnte kürzlich das von Ascoli schön zusammengefügte Ladinisch (Rätoromanisch) von Ascolis Schüler und Nachfolger C. Salvioni als eigene Mundartengruppe aus dem Grundbuch der Romania getilgt werden (Ladinia e Italia, Pavia 1917). Natürlich mit durchaus wissenschaftlichen Mitteln; aber auch ohne außerwissenschaftlichen Antrieb? Denkt doch ein andrer Mailänder, E. Rignano, ernstlich daran, der mit Recht geschätzten Zeitschrift »Scientia« eine neue Richtung zu geben, die zu dem Titel in starkem Widerspruch stünde.

[2] Wenn Viggo Brøndal, Substrater og laan i Romansk og Germansk 1917 (43) meint, die Vorstellung, »at der altid forelaa geografisk Kontinuitet, aldrig virkelige Grænser«, werde durch die unmittelbare Beobachtung widerlegt, so hat er wenig-

arten läßt sich keine Genealogie von ihnen gewinnen, und umgekehrt bietet die Sprachgeschichte, soweit sie unmittelbar gegeben ist, keine Grundlage für eine Gruppierung der Mundarten. Es müßten denn verschiedene Einteilungsgründe miteinander verknüpft und Heutiges mit Vergangenem vermengt werden. Die geographische Abstufung beruht auf der mehr oder weniger gleichmäßigen Ausbreitung einer Sprache über ein größeres Gebiet und dem naturgemäßen Verkehr zwischen den Nachbarschaften: sie kann durch geschichtliche Ereignisse in hohem Grad gestört (man denke z. B. an das Durcheinander der berberischen Mundarten), kaum ganz zerstört werden. Es ist ja denkbar, daß eine Anzahl ganz selbständig erwachsener Mundarten schließlich in feste Berührung miteinander kommen; es wird sich dann irgendwelche Gemeinsamkeit zwischen je zwei von ihnen, aber keine geographische Abstufung aller herausstellen. Und umgekehrt wird sich aus einer derartigen Kette keineswegs mit Notwendigkeit ein gemeinsamer Ursprung der Glieder ergeben[1]. Aber auch in dem andern Falle, wo das Vorhandensein einer Ursprache feststeht, läßt sich diese aus der Reihe der Mundarten höchstens in unsicherer und unvollkommener Weise wiederherstellen, wie wir an Romanisch und Latein erproben können[2]. Übrigens besteht zwischen Kette und Reihe kein Gegensatz.

stens mich mißverstanden: für mich stehen ja nicht die Übergänge selbst, sondern ihre Stufenfolge im Mittelpunkt der Betrachtung. Er sagt: »Der gives altsaa — synes det — Spring, ikke altid jævne Overgange.« Gewiß, aber mag z. B. der Sprung vom Gaskognischen zum Aragonischen so groß sein wie er wolle, jenes steht diesem doch weit näher als das Pikardische.

[1] Ich vermag daher die Bündigkeit des Beweises, den A. Trombetti, L' unità d' origine del linguaggio 1905 (13), für seinen Lehrsatz vorbringt, nicht anzuerkennen. Er sagt: »se si dimostra che A è affine a B e B alla sua volta è affine a C, quindi C a D ecc., ne viene di conseguenza (rappresentando col segno = l' affinità, cioè l' identità primitiva): A = B = C = D = ... Z ossia appunto la comune origine di tutti i gruppi linguistici.« Alles kommt hier auf die Beschaffenheit der »affinità« an, und diese durfte keinesfalls durch das Gleichheitszeichen dargestellt werden. Darf man denn die Reihe nicht folgendermaßen auflösen: a b . . c d ∞ c d . . e f ∞ e f . . g h . . . .? Und wie wären diejenigen zu widerlegen, die eine Mehrheit ursprünglicher Sprachen und sodann ihre verschiedenseitige Mischung miteinander annähmen? Denn es geht nicht an, der Mischung von vornherein die Fähigkeit zu einer Rolle von solcher Bedeutung abzusprechen.

[2] T. Torbiörnsson, Die vergleichende Sprachwissenschaft 1906, ist andrer Meinung. Er schreibt (46): »Ein Romanist hat einmal gesagt, es wäre uns ganz unmöglich, aus der romanischen Sprache die Laute und Formen des Lateinischen zu rekonstruieren.« Wenn es nur ein Romanist gewesen ist, so habe ich um so mehr Grund, an mich zu denken, als es gleich darauf heißt, daß »gewisse Romanisten so schwer die Lehre von der Ausnahmslosigkeit der Lautgesetze haben begreifen können«. Und weiter, daß die »Romanisten, was allgemein sprachwissenschaftliche Methode anbelangt, nicht völlig denselben Standpunkt erreicht haben, den die vergleichende Sprachwissenschaft im übrigen einnimmt.« Ferner: »Der romanische Schlüssel ist das Lateinische . . . Er verführt den Romanisten dazu, nicht die nötige Aufmerksamkeit

sondern nur ein Gradunterschied: wir haben Mischung entweder erst bei ausgeprägten Mundarten, oder sie beginnt schon mit der Spaltung. Mischung durchsetzt überhaupt alle Sprachentwicklung; sie tritt ein zwischen Einzelsprachen, zwischen nahen Mundarten, zwischen verwandten und selbst zwischen ganz unverwandten Sprachen. Ob von Mischung oder von Entlehnung, Nachahmung, fremdem Einfluß die Rede ist, immer haben wir wesengleiche Erscheinungen vor uns; »Vermischung« würde vielleicht denjenigen eher zusagen, die sich eine Sprache als Lebewesen vorstellen[1].

---

den Einzelheiten zu widmen, wenn nur Anfang und Ende so einigermaßen zusammenstimmen.« Und anderes mehr, was alles zusammen den Stoff zu einer Verleumdungsklage der Romanisten bilden könnte; zum mindesten scheinen mir die Dinge auf den Kopf gestellt. Ich habe schon 1873 gesagt: »Die romanischen Sprachen sind wie kein anderes Objekt dazu geeignet, daß man an ihnen die Schärfe und die Sicherheit der linguistischen Methode ausbilde«, und keiner andern Ansicht ist ein so hervorragender Sprachforscher gewesen wie de Saussure.

[1] Da besonders an dieser Stelle A. Meillets und meine Wege auseinandergehen und er neuerdings (1915) die Schwierigkeit der gegenseitigen Verständigung betont, so möchte ich zunächst eine Hauptwurzel dieser Schwierigkeit aufdecken. Sie liegt darin, daß wir alle, auch die, welche die entschiedensten Gegner einer Verkörperlichung der Sprache sind, doch von den Sprachvorgängen zu reden pflegen, als ob sie sich in der Sprache als etwas Selbständigem und nicht vielmehr in den Sprechenden vollzögen. Wenn Meillet sagt: »L'objet essentiel de mon article était de montrer que la parenté des langues n'exprime pas un fait linguistique, mais un fait social«, so fühle ich mich nicht getroffen, der ich alles Sprachleben im gesellschaftlichen Lichte betrachte; übrigens verstehe ich auch den Gegensatz nicht (in der früheren Formung: »la définition de l'identité linguistique ne peut être que sociale«, ist die Beziehung zwischen den beiden Adjektiven eine ganz andere). Er fährt fort: »la classification généalogique des langues ..... repose sur le sentiment que des sujets parlants ont eu continuement de parler telle ou telle langue.« Früher hieß es: »la parenté de langues résulte uniquement de la continuité du sentiment de l'unité linguistique« (vorher: »le sentiment ou la volonté de parler une même langue«). Aber die Sprachverwandtschaft, welche jedenfalls zweierlei umschließt: Gleichheit und Verschiedenheit, kann nicht »einzig und allein« auf einer Ursache beruhen, sondern nur auf einer doppelten: dem Trieb zu Neuerungen (mit der Nachahmung von Neuerungen) und dem Bedürfnis, verständlich zu bleiben. Auf jenem beruht ja zunächst die mundartliche Spaltung, und wenn sie nicht wäre, fänden wir nur eine einzige, nicht mehrere Sprachen. Der Drang nach verständlicher Rede ist gewiß etwas Unmittelbareres und Weiteres als der bewußte Wille, eine bestimmte Sprache zu gebrauchen; daß dieser immer und überall herrsche, wie Meillet annimmt, dem widersprechen zahlreiche mir bekannte und großenteils auch von mir bekannt gegebene Tatsachen, darunter eigene Erlebnisse und sogar solche an mir selbst — diesen Faden kann ich hier nicht wieder aufnehmen. Was als Mischsprache zu gelten habe, darüber darf man verschiedener Ansicht sein; hinsichtlich der negerkreolischen Sprachen hat Meillet, ohne das zu bemerken, im wesentlichen dieselbe wie ich: »les parlers créoles français ne sont pas du français africanisé (on n'y trouve rien d'africain)«. Ich hatte z. B. gesagt: »Man pflegt sie als Ergebnisse sehr eigenartiger oder hochgradiger Mischung zu betrachten; aber das, was sie kennzeichnet, ist vielmehr, wenn ich so sagen darf, der volapükische Zug.« Meyer-Lübke, Einführung[2] 16, vertritt noch die ältere Anschauung, die auch mich einst gefangen hielt; er schildert die kreolischen Mundarten als »Mischprodukte

Greifen wir zurück auf den oben angeführten Ausspruch von VON DER GABELENTZ. Er scheint zu besagen, daß die Gesamtheit untereinander verwandter Sprachen zwar nicht einer Gruppe von Einzelwesen, so doch einem solchen entspreche, also die verschiedenen Sprachfamilien verschiedenen Einzelwesen. Das ginge jedoch deshalb nicht an, weil hier die Begrenztheit und damit die Selbigkeit fehlt, die das Merkmal des Einzelwesens bildet. Innerhalb einer Sprachenfamilie gibt es keine Grenzen der Veränderungen bis zu völliger Entähnlichung[1]; jede die irgendwo vorkommt, kann auch anderswo vorkommen, Typen und Sprachfamilien decken sich nicht. Von einem ungeheuren Ganzen, das bis in die Anfänge der Menschheit hinaufreicht, liegen uns ein paar Scherben vor; es hängt vom Glücke ab, wieweit es uns gelingt, sie wirklich zusammenzusetzen, jedenfalls können wir sie alle in eine höhere Einheit hineindenken. GOETHE schrieb 1787 an HERDER: »Die Urpflanze wird das wunderlichste Geschöpf von der Welt, um welches mich die Natur selbst beneiden soll. Mit diesem Modell und dem Schlüssel dazu kann man alsdann noch Pflanzen ins Unendliche erfinden, die konsequent sein müssen, das heißt, die, wenn sie auch nicht existieren, doch existieren könnten, und nicht etwa malerische oder dichterische Schatten und Scheine, sondern eine innerliche Wahrheit und Notwendigkeit haben. Dasselbe Gesetz wird sich auf alles übrige Lebendige anwenden lassen.« Der französische Übersetzer von GOETHES »Metamorphose« unterscheidet in der Vorrede (1829) die Geschichte der Pflanze von der Geschichte der Pflanzen; ebenso dürften wir — ohne damit die Angleichung der Sprache an die Pflanze wiederbeleben zu wollen — die Geschichte der Sprache der Geschichte der Sprachen gegenüberstellen.

Mit dem Begriffe der Mischung sind wir schon in einen engeren Kreis von Betrachtungen getreten. Von außen gesehen, bot uns eine Sprache nicht das Bild einer abgeschlossenen Einheit dar; nun zeigt sie sich auch ihrem innern Bau nach nicht als eine solche, sondern als eine Zusammensetzung aus Tatsachen, die zwar miteinander in mehr oder minder festem Verband stehen, aber doch nicht in unlös-

des Romanischen mit den Sprachen der Eingeborenen und der eingewanderten Neger, die namentlich im Formenbau ein ganz unromanisches Gepräge zeigen, eine rohe Anpassung an völlig anders geartetes sprachliches Denken« (von Formenbau war überhaupt nicht zu reden, und das Denken ist nicht anders geartet als das romanischer Kinder).

[1] Aber auch keine Grenzen im entgegengesetzten Sinn; TROMBETTI hebt dies hervor (Sulla parentela della lingua etrusca 1908, 11): »Non vi è nessun limite per la conservazione delle forme linguistiche come non vi è nessun limite per la loro alterazione.«

barem[1] — sonst wäre ja Mischung unmöglich. Eine Sprache ist keine einstoffige Masse, aus der eine Stichprobe genügte; sie ist kein Organismus, der ein *Ex ungue leonem* verstattete; aber die Einheitlichkeit ihres Gebrauchs täuscht uns eine Einheitlichkeit ihrer Entstehung vor. Aus einem einzigen Worte erkennen wir die Sprache, der es angehört, und nun glauben wir aus dem erwiesenen Ursprung dieses Wortes auf den Ursprung sämtlicher mit ihm vergesellschafteten Wörter oder überhaupt Sprachtatsachen schließen zu dürfen. Schon König Psammetich verfiel in diesen Fehler, als er um des Wortes ΒΕΚΟΣ willen das Phrygische für die älteste Sprache der Welt erklärte. Ein derartiges *Pars pro toto* läßt sich nicht einmal als »heuristisches« Verfahren rechtfertigen[2]. Jede Sprache erfreut sich mehrerer Verwandtschaften, die natürlich nach Umfang und Wert ungleich zu sein pflegen: sie werden in einer Formel zusammengefaßt, die irgendwelcher Verkürzung oder Vereinfachung fähig ist, wozu es weiterer Erwägungen bedarf. Von der Gabelentz sagt 272: »Die Genealogie hält sich an den Satz: *Denominatio fit a potiori*, ordnet eine jede Sprache derjenigen Familie zu, der sie der Hauptsache nach zugehört, und ist damit bis in die neueste Zeit gut gefahren.« Was aber haben wir nun als die Hauptsache anzusehen und warum? Das gesamte Sprachgut spaltet sich in zwei Schichten: äußere Sprachformen und innere. Die Übereinstimmungen mit andern Sprachen erweisen sich im allgemeinen bei den ersteren als Ergebnisse der Verwandtschaft i. e. S., das heißt der geschichtlichen (genetischen), bei den letzteren bleibt es wenigstens zunächst unentschieden, ob sie auf dieser Verwandtschaft beruhen oder auf elementarer[3]. Das gleiche gilt für die Naturwörter (Schall-,

[1] Selbst dichte Zusammenschlüsse, wie die Flexionsendungen, sind gegen Einbruch von Fremdem nicht gesichert; ich erinnere an das lat. *-eta-* im bask. Plural, das franz. *-s* im deutschen Plural, das kaukas. *-k'* im armen. Plural, das armen. *-iw* im georg. Instr. Ich benutze die Gelegenheit, um die Deutung des *-s* in einem indoport. *gobernadors casa* als eines engl. Genetiv-*s*, die ich früher einmal gegeben habe, zu berichtigen; *s* steht für *su* (dem G. sein Haus).

[2] Das gilt besonders für die erloschenen Sprachen, von denen wir nur Bruchstücke, zum Teil noch unverständliche, besitzen. Wie kann da ein gewaltiges X von der kleinen, flackernden Lichtquelle einiger Wortformen beleuchtet werden? Sehr beherzigenswert ist der Schluß von G. Herbigs Abhandlung: Kleinasiatisch-etruskische Namengleichungen (1914). Er sagt u. a.: »Wenn wir von der lateinischen oder der phrygischen Sprache« z. B. nur die unter starkem etruskischen oder kleinasiatischen Einfluß stehenden Eigennamen hätten [man denke auch an die romanischen Personennamen germanischen Ursprungs], könnten wir zu Verwandtschaftsschlüssen kommen, die von der Wahrheit weit abweichen.«

[3] Dieser Begriff der elementaren Verwandtschaft, den ich anderswo schon beleuchtet habe und noch stärker zu beleuchten gedenke, hängt mit dem obenberührten der allgemeinen Spracheinheit zusammen und ist von dem andern, dem der geschichtlichen Verwandtschaft, nicht kernverschieden; ich habe auch deshalb keinen ganz abweichenden Ausdruck gebrauchen wollen, wie etwa den aus der Chemie oder der Tonkunst zu entlehnenden »Affinität.«

Lall-, Empfindungswörter) und alles rein Lautliche, insofern es eben keinen Bezug auf die Bedeutung hat. Mit den äußern Sprachformen ist also größere Sicherheit verbunden; besonders hebt sich das Neue vom Alten deutlicher ab, doch vermögen wir in sehr vielen Fällen nicht zu unterscheiden, ob etwas entlehnt oder urverwandt ist. Weit häufigerem und stärkerem Zweifel sind wir bei den innern Sprachformen ausgesetzt; hier helfen uns keine »Lautgesetze«[1], auch entspricht dem gesammelten Stoff noch keine hinlänglich vertiefte Bearbeitung. Zugunsten der äußern Sprachformen als der »Hauptsache« dient nun auch der Umstand, daß wir schon mit ihnen allein uns immer bis zu einem gewissen Grade verständlich machen können, hingegen mit den innern Sprachformen allein durchaus nicht. Hingegen mag die Forschung, indem sie die Rücksicht auf das Praktische verschmäht, behaupten, die innern Sprachformen seien das Wesentlichere, wie der Kern gegenüber der Schale, das Knochengerüst gegenüber dem Fleische. Hiermit sind wir beim eigentlichen Streitpunkt angelangt, der allerdings für die meisten Sprachforscher keiner mehr ist. Sie bekennen sich zu der Formel, deren Aufstellung man H. Ludolf (gest. 1704) zum Verdienst anrechnet: die Sprachverwandtschaft offenbart sich nicht im Wörterbuch, sondern in der Grammatik. Bei dieser allgemeinen Anerkennung hat ein unbewußter Kunstgriff mitgewirkt, den die Dehnbarkeit der durch Jahrtausende überlieferten Ausdrücke ermöglichte: man nahm den kleinsten, aber am schwersten wiegenden Teil aus dem Wörterbuch weg und legte ihn in die Wagschale der Grammatik. Oder sind etwa (lieb)*st*, (lieb)*te*, (lieb)*lich*, (lieb)*reich*, (liebe)*voll*, *be*(lieben) nicht ebensogut äußere Sprachformen wie *du*, *tat*, *gleich*, *reich*, *voll*, *bei*? So liegt denn schließlich doch beim Wörterbuch die Entscheidung; daß die einen Bestandteile fester sitzen als die andern, begründet keinen wesentlichen Unterschied. Auch diejenigen Tatsachen, bei denen elementare Verwandtschaft möglich ist, schwanken zwischen Dauerhaftigkeit und Veränderlichkeit[2]. Und schon deshalb sind wir vor allem

[1] Wenn z. B. in deutschen und romanischen Mundarten ebenso wie im Slawischen die Ausdrucksweise »wir setzen sich« (für »uns«) besteht, so liegt hier klärlich teils elem. Verwandtschaft, teils Entlehnung vor, vielleicht teils beides zugleich; doch ist die örtliche Abgrenzung fast unmöglich. — Wir könnten daran verzweifeln, manche Rätsel der Vergangenheit zu lösen, ja, wegen schon gelöster bedenklich werden, wenn wir wahrnehmen, welche harten Nüsse uns gerade die jüngste Gegenwart zu knacken aufgibt. Wie wir nicht ermittelt haben, woher *tachinieren* und *boche* stammen, so wissen wir auch nicht, ob der mit der Geschwindigkeit von *Mentalität* sich verbreitende Ausdruck: »eine gute Kinderstube gehabt haben«, nicht seine Wiege bei *Baby* und *Nurse* gehabt hat.

[2] Als feste Säulen der Sprachwissenschaft galten noch unlängst der isolierende, der agglutinierende und der flektierende Typ; es sind nur ineinander übergehende Aggregatzustände.

auf den Wortschatz angewiesen, weil viele Sprachen einer eigentlichen Grammatik ermangeln[1]. Ferner möge man nicht mit der Satzfrage beginnen: gehört die Sprache *a* zum Sprachstamme A oder nicht? sondern mit der Wortfrage: wohin gehört *a*? Von vornherein aber sind wir nie auf zwei Möglichkeiten beschränkt. Bekannt sind die gefalteten Vexierwandschirme, die dem Linksstehenden ein ganz anderes Bild bieten als dem Rechtsstehenden. Daran erinnert mich der um das Hettitische entbrannte Kampf: nach F. Hrozný ist es eine arische Sprache mit kaukasischem Einschlag, nach E. Weidner eine kaukasische mit arischem Einschlag. Vielleicht endet er damit, daß sich die Beobachter in die Mitte stellen und infolgedessen dem Hettitischen eine Mittelstellung zwischen dem arischen und dem kaukasischen Sprachkreis zuerkennen. Bei Trombetti spielen Mittelstellungen eine große Rolle und nicht bloß zwischen zwei Gliedern; so setzt er das Elamische in die Mitte eines Dreiecks: Kaukasisch-Drawidisch-Nilotisch, nachdem er sich auf das bestimmteste gegen die Annahme ausgesprochen hat, es sei eine Mischsprache[2]. Zur Mischung bildet in meinen Augen die Mittelstellung ebensowenig einen Gegensatz wie die Entlehnung (oder der Einschlag). Ich wiederhole bei dieser Gelegenheit die von mir schon früher einmal angeführten Worte des Ethnologen F. Graebner (1911): »Alles in allem sind jedenfalls die Begriffe der Entlehnung und der Urverwandtschaft nicht absolut, sondern nur

[1] C. Meinhof bekämpft in seinem Aufsatze: Die afrikanischen Sprachen und ihre Erforschung (Die Geisteswissenschaften I, 1914, 374), ohne mich zu nennen, meine Auffassung. Er sagt: »Daß Westermann nicht Formenlehre, sondern Stämme verglichen hat, hat man als Beweis angeführt, daß eben die Vergleichung der Wortstämme die Hauptsache sei. Das ist ein völliger Irrtum. Westermann hätte sehr gern mit Vergleichung der Formenlehre begonnen, wenn nur eine eigentliche Formenlehre vorhanden gewesen wäre. Der Mangel einer solchen bzw. ihre Dürftigkeit ist ja aber gerade das Charakteristikum dieser Sprachen.« Gegen den Mangel eines Charakteristikums als Charakteristikum weiß ich nichts einzuwenden. Vorher aber heißt es von Westermann: »Er hat damit bei allen denen nicht viel Anklang gefunden, die immer noch versuchen, durch Vokabelvergleichung Sprachenzusammenhänge zu erweisen, ohne auf den inneren Bau der Sprache dabei Rücksicht zu nehmen.« Ich denke, hier geschieht mir Unrecht: von meiner Abhandlung: »Bari und Dinka«, auf die sich das Gesagte bezieht, handelt der größte Teil über ein »Charakteristikum«, nämlich das grammatische Geschlecht und die es bezeichnenden Nominalpräfixe. Ferner lese ich: »Wer allerdings das Nubische für eine flektierende Sprache hält, mit dem kann man nicht rechten.« Wohl wird auch Meinhof nicht eine bei mir ungenügende Kenntnis der nubischen Konjugation im Auge haben, sondern nur eine verschiedene Definition. Doch nicht darauf kommt es an, sondern auf die Sache, und ich vermag nicht zu erkennen, daß die Konjugation des Nubischen von der der kuschitischen, der nilotischen Sprachen, des Hausa, des Ful usw. in dem, was diesen allen gemeinsam ist, sich unterschiede.

[2] »Cade perciò la deduzione arrischiata che l' Elamitico sia una lingua mista« — »come le due razze non si fusero in una, così la lingua non divenne una 'Mischsprache'« La posizione linguistica dell' Elamitico 1913, 9. 18.

relativ verschieden. Der Tatbestand der Entlehnung ist der einer verhältnismäßig schwachen Verwandtschaft.« Sprachverwandtschaft ist nicht minder abgestuft wie Personenverwandtschaft. Das Baskische hat verwandtschaftliche Beziehungen zum Kaukasischen wie zum Hamitischen; ich hatte jene höher eingeschätzt als diese, hauptsächlich wegen der Übereinstimmung gewisser innern Sprachformen; nun, da sich mir für diese die Möglichkeit elementarer Verwandtschaft ergeben hat, zieht mich die Menge der Wortübereinstimmungen auf die andere Seite. TROMBETTI hingegen rückt das Baskische etwas vom Hamitischen ab und an das Kaukasische heran. Dadurch wird keine wesentliche Verschiedenheit unserer Ansichten geschaffen, und weitere Forschung wird wohl die Verschiedenheit überhaupt beseitigen. Die von TROMBETTI und auch von N. MARR aufgestellte Verwandtschaft des Kaukasischen mit dem Hamito-semitischen schließt keineswegs die mit dem Arischen aus. BOPPS Arbeit: Die kaukasischen Glieder des indoeuropäischen Sprachstamms (1842. 1847) verdient heutzutage eine, ich will nicht sagen günstigere, so doch anders gefärbte Beurteilung als früher; sie sollte nicht mehr als Schulbeispiel für sprachwissenschaftliche Verirrung dargestellt werden; am wenigsten durfte das von VON DER GABELENTZ (153. 165) geschehen, dessen Vergleichung des Baskischen mit dem Berberischen — allerdings eine nachgelassene Arbeit (1894) — ein weit lehrreicheres Beispiel darbietet. Wie dem Baskischen, so weist TROMBETTI auch dem Etruskischen eine Mittelstellung an mit größerer Nähe nach dem einen Außenglied zu (dem Kaukasischen gegenüber dem Arischen); jedenfalls ist diese Genauigkeit übertrieben, bei der Dürftigkeit dessen, was wir Sicheres über das Etruskische wissen. Geradezu befremdet mich aber die Schärfe, mit der er das Etruskische dem Arischen wohl angegliedert, aber keinenfalls eingegliedert wissen will[1]; denn das widerspricht meinen Anschauungen über den Ursprung der Mittelsprachen und über die Umgrenzung von Sprachgruppen, insbesondere der arischen mit den beständig sich erweiternden Grenzen. Die Leitgedanken TROMBETTIS über Sprachverwandtschaft treten in dieser Abhandlung, Sulla parentela della lingua etrusca 1908, besonders deutlich hervor; es lag ja auch kräftigste Anregung dazu in der Geschichte der etruskischen Sprachforschung mit ihren so merkwürdigen Schwankungen. Von der unglaublichen Verirrung CORSSENS sagt er, sie sei lehrreich, weil sie wieder einmal zeige, wie eine anscheinend strenge Methode zur Eroberung der Wahrheit nicht genüge, sondern

[1] »A mio parere è assolutamente escluso che l' Etrusco sia una lingua indoeuropea« — »l' Etrusco .... può essere affine all' Indoeuropeo senza rientrare in questo gruppo« (13).

dazu eine glückliche Intuition gehöre. Und man müsse auch beachten, daß es nicht nötig sei, aus dem uns verfügbaren Stoffe mehr entnehmen zu wollen, als er seiner Natur nach bieten könne, sonst werde keine wissenschaftliche Arbeit geleistet, sondern das Gegenteil[1]. Beides ist richtig, und doch steht das Verpönte mit dem Wünschenswerten in engem Zusammenhang. Die wissenschaftliche Ertragfähigkeit irgendwelchen Stoffes läßt sich von vornherein nicht bemessen, und wir alle begehen daher Überschreitungen, und nicht am wenigsten Trombetti, in wie bewundernswerter Weise er auch Besonnenheit und Kühnheit zu vereinigen weiß. Wir haben hier nur den unerwünschten Überschuß der für den Forscher unentbehrlichen Einbildungskraft, von der sich anderseits die »glückliche Intuition« abzweigt. Diese ist wohl nicht ganz dasselbe wie die Intuition von Bergson oder B. Croce und ganz etwas anderes als die farbigen Brillen des berühmten Mezzofanti, mit dem sich Trombetti der gleichen Vaterstadt rühmt. Sie waren Märchenbrillen, durch die man eine Sprache als Organismus wahrnahm.

Man wird finden, daß mit den bisherigen Auseinandersetzungen noch keine völlige Klarheit erzielt worden ist. Wenn ich sage: die Knochen sind dauerhafter als das Fleisch, so bedarf das keiner Erläuterung; aber was soll das heißen: bei der Sprache ist das eine dauerhafter, das andere veränderlicher? Die Sprache ist ja kein Ding, sie ist eine menschliche Betätigung; genauer müßte man sagen: die Sprechenden halten das eine fester als das andere. Im allgemeinen dürfen wir von der Beziehung der Sprache auf die Sprechenden absehen und sie behandeln, als ob sie eine Substanz wäre; wir pflegen nicht zu sagen, daß eine Sprachtatsache verändert wird, sondern, daß sie sich verändert; wir fühlen unsere Triebe und Strebungen in die Sprache hinein. Aber dann und wann muß das wahre Wesen der Sprache doch hervorgekehrt werden, und so kommt hier ans Ende, was von Rechts wegen an den Anfang gehört hätte. Die Sprachverwandtschaft bildet die Stammverwandtschaft ab, und diese wiederum die Personenverwandtschaft. In der Tiefe decken sich Sprachgeschichte und Geschichte der Sprechenden, ohne daß sich an der Oberfläche ein Parallelismus zu zeigen braucht. Wir nehmen oft starke Volksmischung bei ziemlich einheitlicher Sprache wahr und umgekehrt. Das rührt eben von der mannigfachen Einwirkung der gesellschaftlichen Kräfte

[1] »L' incredibile sua aberrazione è istruttiva, in quanto per essa si dimostra ancora una volta come non basti un metodo in apparenza rigoroso per la conquista del vero, ma occorra una felice intuizione. E dobbiamo pure osservare che non bisogna cercar di trarre dai materiali che sono a nostra disposizione più di quanto essi possono dare per loro natura, altrimenti non si fa opera scientifica, bensì anti-scientifica« (9).

her. Was das streitige Verhältnis zwischen den äußern und den innern Sprachformen anlangt, so führt uns die Beobachtung unseres eigenen und des uns umgebenden Sprachlebens sowie das Studium des vergangenen, vor allem des Sprachenwechsels, oft zu ganz entgegengesetzten Ergebnissen. Als Glaubenssatz gilt allgemein, daß die ursprüngliche Sprache durch die neu angenommene immer »durchschlage«. Aber welche Seite, welcher Teil von ihr? Früher neigte man dazu, den verrömerten Kelten ein verrömertes Keltisch entsprechen zu lassen, ja, man betrachtete die romanischen Sprachen überhaupt als Fortsetzungen der vorrömischen Sprachen, die nur einen lateinischen Überzug erhalten hätten. Doch wieviel keltische und iberische Grammatik können wir denn im Französischen und Spanischen nachweisen? Als Gegenstück dienen jene deutschen Mundarten bei Bevölkerungen deutschen Ursprungs, die als ein Romanisch und Slawisch mit deutschen Wörtern gelten könnten. Wir müssen also die Volksgeschichte kennen, um zu wissen, ob ein AI als A^{i} oder als I^{a} zu begreifen ist. Da der Sprachenwechsel an der Kreuzung von Anthropologie, Ethnologie, politischer und Kulturgeschichte liegt und auch bei einer allgemeinen Untersuchung das Eingehen auf zu viel einzelnes erfordert würde, so ist es mir nicht möglich diese Untersuchung auf dem von mir gewählten knappen Raume vorzunehmen; es ist aber auch für meinen Zweck nicht notwendig. Die Erkenntnis, daß die Sprache eine Tätigkeit ist, genügt, um sie nicht geeigneter für genealogische Darstellung zu erachten als irgendwelche andere Tätigkeit[1].

TROMBETTI bezeichnet als höchstes Ziel des Sprachforschers den Nachweis des einheitlichen Ursprungs der Sprache. Die Einheitlichkeit besteht für mich jedenfalls, sei es auch, indem ich die geschichtliche Verwandtschaft durch die elementare ergänze. Als höchstes Ziel aber bleibt uns auch fernerhin die klare Vorstellung vom Ursprung der Sprache oder, was dasselbe bedeutet, vom Ursprung des Satzes.

[1] Sehr deutlich spricht sich F. N. FINCK aus (Die Klassifikation der Sprachen 1901, 7f.): »Die Erwägung, daß das zu Klassifizierende eine Fülle von Tätigkeiten ist, muß jede Klassifikation, die einen dinglichen Charakter der Sprache voraussetzt, also auch die sogenannte genealogische Klassifikation verurteilen ....« S. meine Bemerkungen dazu Ltbl. f. g. u. r. Ph. 1902.

Zum Iberischen in Südfrankreich.

Von Prof. Dr. Hermann Urtel
in Hamburg.

(Vorgelegt von Hrn. Morf am 12. Juli 1917 [s. oben S. 499].)

Hierzu Taf. I.

Auf dem reichen mundartlichen Wortschatze, den Gilliérons Atlas linguistique de la France in der Notierung Edmonts wissenschaftlicher Bearbeitung zugänglich gemacht hat, haben sich im letzten Jahrzehnte Untersuchungen aufgebaut, die auf die Entwicklung der Mundartenforschung, ja der Sprachbetrachtung überhaupt, nachhaltigen Einfluß ausgeübt haben. Diese Arbeiten haben sich im wesentlichen dem Studium der geographischen Verteilung der Lauterscheinungen und der einzelnen Worttypen zugewandt, aus deren Schichtung die Forschung wichtige Folgerungen gezogen hat — ich erinnere nur an H. Morfs Abhandlung über die sprachliche Gliederung Frankreichs. Dagegen ist bisher noch nicht systematisch untersucht worden, wieweit sich in der modernen Schicht, soweit sie uns der Atlas vor Augen stellt, vorromanische Elemente lebendig erhalten haben.

Die vorliegende Studie, die aus der Beschäftigung mit der lebendigen Sprache der französischen Basken hervorgegangen ist, möchte nun einen Beitrag liefern zur Lösung der Frage, ob sich im südfranzösischen und katalanischen Wortschatze des Sprachatlasses unter Ausscheidung der Lehnwörter Elemente nachweisen lassen, die in ihrer begrifflichen Form an baskische Bildungen erinnern oder in der äußeren Gestalt entsprechenden baskischen Ausdrücken verwandt zu sein scheinen[1].

In einem zweiten Teile wird dann von der iberischen Herkunft einiger Ortsnamen im Süden[1] und im Zentrum Frankreichs gehandelt

[1] Wer die Dialektwörterbücher der einzelnen südfranzösischen Mundarten auf der Suche nach Vergleichspunkten in dieser Richtung durchzuarbeiten unternähme, der würde wohl eine reichere Ernte vorlegen können; hier, wo es sich um einen ersten Versuch handelt (der hoffentlich später weiter ausgebaut werden kann), genüge als Grundlage das Atlasmaterial.

werden. Damit soll nach rein sprachlichen Gesichtspunkten festgestellt werden, wieweit auf bestimmten Gebieten in der südlichen Hälfte Frankreichs nach Norden und Osten hin iberischer Einfluß heute noch erkennbar erscheint.

Zuerst seien einige Fälle herausgehoben, in denen, nach dem heutigen baskischen Ausdrucke zu urteilen, die ursprüngliche iberische Begriffsauffassung im romanischen Worte noch durchschimmert.

Man wird zweifeln können, ob die Bezeichnung des 'Hagels', vgl. REW 6445, 6447 als 'Stein' — der Vergleich liegt zu nahe — hierher zu rechnen sei, d. h. ob ein span. *piedra*, port. *pedrisca*, katal. *pedrascada*, *pedregada*, prov. *peirega* Hagel, *peiregada* 'chute de grêle' (Mistr.) [vgl. Atlaskarte 667: *pẹdrə* P. 794, *padrẹ̄gə* P. 795 (il grêle), usw. im katalanischen Sprachgebiete des Dep. Pyrénées Orientales] ein baskisches *harri+a*[1] 'Stein, Hagel' widerspiegele: die Beschränkung auf ein — wie wir zu zeigen hoffen — iberisches Grundgebiet ist freilich recht auffällig; deutlicher scheint die Beziehung des merkwürdigen bask. *arribizi* eig. 'lebender Stein' zu südfranz. *pèiro sourdo* (Mistr., wozu man auch den Ortsnamen eines Passes im Dep. Htes Pyr. Le Port de *Peyre sourde* rechnen wird), beide = 'Echo', vgl. Schuchardt, Iberische Deklination SBAW Wien, Bd. 157 (1908) S. 77 Anm.

Das bearn. *ābẹn* 'décembre' K. 380 P. 697 [Htes Pyr. an der span. Grenze] wird natürlich nicht dem bask. lab. *abẹndua*, soul. *abẹntia* entnommen sein, sondern mit diesem aus gemeinsamer Quelle stammen. Kaum wird sich Zweifel erheben, gegenüber einem ganz vereinzelt in den Westpyrenäen auftauchenden Namen der Fledermaus K. 260 (chauve-souris) P. 693 [Bass. Pyr.]: *aŭzẹtdẹ̆nurẹit* 'oiseau de nuit', das dem charakteristischen baskischen Ausdrucke 'Nachtschwalbe' lab. *gau-ainhẹra*, soul. *gai-aiñhẹ̄a* (Azk. *gau-ainhara*); [*gaušori* 'Nachtvogel' = Caprimulgus europeus nach Aranzadi, RIEB 3, 161] nachgebildet ist. Einleuchtend ist auch der begriffliche Zusammenhang bei *sạlugöt* K. 1605

[1] Die baskischen Wörter werden im allgemeinen in der den Artikel enthaltenden Form angeführt. Soweit sie nicht R. M. de Azkues (Azk.) trefflichem Wörterbuche entnommen sind, stammen die Angaben in phonetischer Umschrift von einem Labourdiner von Arcangues und einem Souletiner von Barcus; lab. = labourdisch, soul. = soulisch; RIEB = Revue internationale des études basques. REW = Meyer-Lübkes Roman. Etymol. Wörterbuch. Die phonetische Schreibung nach Böhmers System bezeichnet die geschlossenen Vokale durch Unterpungierung, die offenen durch einen halbkreisförmigen Haken; der Wortakzent wird durch einen senkrechten Strich unter dem betreffenden Vokale angedeutet. Lab. *ṛ* ist ein dem *d* nahestehendes kakuminales *r*, lab. *š* ein stark palatales *s*, wobei mit erhobener Zungenspitze an den oberen Alveolen eine Enge gebildet wird, beide der Md. von Arcangues eigentümlich; Azkue schreibt *ezker*, der Labourdiner von Arcangues spricht *əškẹr*, mit Artikel *əškẹ̄ṛa*; Azk. hat aber auch *zume* 'osier', wo der Lab. *sumi*, mit Artikel *sumia*, spricht. *r̄* bezeichnet das eigentümliche lange *r* des Spanischen.

P. 786 [Aude] für 'petit lait', das eine Übertragung aus einem zu dem unten behandelten *gazta*, *gazna* 'fromage' (Azk.) gehörigen Typus darstellt, das seinerseits zu *gatz* 'sel' zu stellen ist.

Gehen wir nun zu den noch heute in iberischem Gewande auftretenden Wörtern über, so halten wir uns, da wir nach geographischen Gesichtspunkten vorgehen, vorerst in der Nähe des heutigen baskischen Sprachgebietes.

Das bearn. *hār̄*, *hār* 'betrunken' K. 1251 (soûl) P. 695, 696 [Htes Pyr.], ersteres unmittelbar an der spanischen Grenze, gehört offenbar zu bask. *harro* (Azk. *arro* 4°) 'joyeux drille, personne gaie', vgl. *harroaldi* 'moments de bonne humeur' (Azk. *arroaldi* 3°); lab. *harro* 'immodéré' findet sich in Darthayets Guide; nach van Eys Dict. Basque-Franç. S. 29 bedeutet *arro*, *harro* 'gonflé, vaniteux' und die Grundbedeutung scheint: 'creux'. In einem, wenn auch ferneren Zusammenhange mit diesem Stamme scheint auch lab. *hordi*, soul. *ordi* 'schwer betrunken' zu stehen, da Wechsel zwischen a und o in der Stammsilbe im Baskischen häufig ist.

Auch den bearnischen Ausdruck für das schmerzhafte Taubwerden der Fingerspitzen bei Kälteeinwirkung, für die '*onglée*', möchte ich einem baskischen Ausdrucke vergleichen. *Ke suy amurro* (j'ai l'onglée) K. 1646 P. 692 [Bass. Pyr.] ist doch nicht von einem im heutigen Baskisch in weiterem Sinne gebrauchten Worte zu trennen: *amurru* 'rage', soul. 'indisposition' (Azk.). Daß auch im Baskischen eine Bedeutung wie 'Betäubung' vorliegt, zeigt das von Azkue zitierte ronkalische Beispiel: *lo egiteaz amurri nago*, wörtl. 'durch Schlafmachen bin ich betäubt geblieben', was Azkue mit 'j'ai la tête lourde d'avoir dormi' wiedergibt. Aus den Dialekten meiner Gewährsleute kann ich im französischen Baskisch den Ausdruck '*amurri*' als 'onglée' nicht nachweisen[1]. Nun macht mich H. Schuchardt darauf aufmerksam, daß *amurro* mit bearn. *amourrou* 'mit der Drehkrankheit behaftet', *amourri* 'engourdir', zusammengehöre und dieses sich kaum von span. *modorra* 'Schlafsucht, Drehkrankheit' trennen lasse (vgl. *amodorrarse*), daher bask. ronk. *amurri* 'Drehkrankheit' und bizk. guip. *amurru* 'Hundswut'. — Demgegenüber sehe ich nur zwei Möglichkeiten der Erklärung: bearn. *amourrou* wäre nach den spanisch baskischen Mundarten verschleppt, was bei der Verbreitung in allen Dialekten merkwürdig wäre; auch wäre dann der Herkunftsweg aus dem Iberischen nur verlängert, denn nichts spricht dafür span. *modorra* den iberischen Ursprung abzuerkennen — oder aber (dieser

[1] Der Labourdiner hat heute für die *onglée* ganz andere Ausdrücke, nämlich entweder das dem romanischen: 'j'ai les mains engourdies' entlehnte: *ęškuyak mōkortuyak ditut* [soul. *ęškiak malgortüik*] = *'malgourdies', oder einer alten Auffassung entsprechend, die in dem Brennen der Finger ein 'inneres Feuer' sieht, lab. *šuminduyak* 'feux piquants'.

Ansicht möchte ich beipflichten) span. *modorra* und bearn. *amurrǫ* enthalten beide verschiedene Stämme; daß span. *modorra* (vgl. REW 5631) iberischen Ursprungs ist, legen: bask. *modorro* 'stupide', niedernav. 'balourd, rustre' (Azk.), hochnav. *mudurri* 'triste, mélancolique' (Azk.) nahe, die von jenem nicht zu trennen sind; auch lab. *modorrua* (Darthayets Guide 1902, S. 225) 'abcès' wird trotz der etwas abweichenden Bedeutung dazu gehören.

Wenden wir uns nun Gegenden Frankreichs zu, die von der heutigen baskischen Basis entfernter liegen, so haben wir zuerst dem merkwürdigen Probleme näherzutreten, das uns der Typus 'gauche' aufgibt. In Frankreich herrscht nach dem Atlas fast auf dem ganzen gallo-romanischen Gebiete mit lautlich nur geringen Abweichungen 'gauche' vor; ausgeschlossen sind nur zwei scharf abgegrenzte Gebiete: ein Gebiet in den Departements Cantal, Aveyron, Lot und anderseits die katalanische Ecke von Roussillon. Hier wie dort herrscht ein Stamm *esker-*, *asker-*, der zusammengestellt wird mit dem span. *izquierdo*, *esquerro*, pt. *esquerdo* (REW 3116); dieser Stamm wird seinerseits auf ein iberisches Grundwort zurückgeführt, das heute noch im bask. *ezker*, lab. *əšk̄ẹra*, soul. *šk̄ẹrä* fortlebt.

Der Atlas verzeichnet folgende Formen:

K. 629: *skẹ̄rǫ*, *dę lǫ pätǫ skẹ̄rǫ* 'de la main gauche' P. 716 [Aveyron], *ẹhkẹrǫ* P. 713 [Lot], *hkẹ̆rǫ* P. 712 [Lot], *hkẹrǫ* P. 715 [Cantal], *ẹhkẹrǫ* P. 717 [Cantal], *hkąirǫ* P. 719 [Cantal]; ferner *äskērə* P. 795 [Pyr. Orient.] und ähnliche Formen auf den Punkten 794, 796, 797, 798 [Pyr. Orient.].

Das baskische *ezker* (vgl. REW 3116) hat H. Schuchardt am Ende eines reichhaltigen Artikels 'mit hinlänglicher Sicherheit als iberischen Ursprungs bezeichnet' (Zt. f. roman. Phil. 23, 200); er scheint aber mit der Zeit über die Herkunft des baskischen Wortes andern Sinnes geworden zu sein. In seinem Aufsatz 'Nubisch und Baskisch', Rev. Internat. des Et. Basques 6 (1912), Sonderabdr. S. 9 Anm. bemerkt er, daß er 'längst an dem iberischen Charakter des bask. *ezker* 'link' zweifelhaft geworden' sei: er sieht darin vielmehr eine Nebenform von *ezkel* 'schielend', 'das ja gewiß dem dt. 'scheel', natürlich einer älteren Form davon, entspricht.' Demgegenüber hat J. Jud (Romania 42, 603) eingewendet, daß sich eine Form *ezkel* weder im Altprovenzalischen noch im Spanischen findet, anderseits aber altprov. *esquer*, *esquerrier*, *escarrier*, kat. *esquerre* belegt sind, wo weder lautliche Gestalt noch Bedeutung auf einen Zusammenhang mit der baskischen Parallelform *ezkel* und dem germ. *skel* hinweisen. — Einfaches *r* wäre bei Schuchardts Deutung zu erwarten, das sich ja auch bei der Mehrzahl der Atlasformen findet:

aber *r* und *rr* wechseln auch innerhalb der baskischen Dialekte, ein Wechsel, dessen Bedingungen im einzelnen noch sehr der Aufhellung bedürfen (vgl. C. C. Uhlenbeck. Beitr. zu einer vgl. Lautl. d. Bask. 1903, S. 56).

In den Ortsnamen des Dep. Bass. Pyr. begegnet uns bask. *ezker* selten: Esquerra, Berg in der Gem. Béost-Bagès (Kant. Laruns): Esquerre, Hof in der Gem. Montant; 1552 Esquerra, vgl. ferner Esquerrès [Htes Pyr.] bei Pouyastrac: dann Mendisquer. Gem. Alos-Sibas [Bass. Pyr.]; die ältere Form Menrisqueta [1385] ist offenbarer Schreibfehler für Mendisqueta, wo die Anfügung des bekannten Lokalsuffixes nicht an der Zugehörigkeit zu Mendisquer irremachen kann. Alle diese erwähnten Namen bedeuten offenbar: 'links (nämlich von einem Flusse oder ähnlichem aus) gelegener Ort, Berg usw.'

Heute noch wird im Pays de Soule die links des Saisonflusses liegende Gegend das Val Senestre (mit Licq usw.) genannt, bask.-soul. *ibariskęra* (das letzte *r* ist deutlich als einfaches *r* hörbar) = 'vallée gauche'; am anderen Ufer des Flusses erstreckt sich das 'Val-Dextre' (mit Alçay usw.) heute bask.-soul. *ibarę̄škũña* 'vallée droite'[1].

Der Typus *skęrǫ* usw. erscheint demnach vom Katalanischen abgesehen, nur auf jener Enklave der Auvergne, von der ein geographischer Anschluß nach Süden nicht nachweisbar ist. Diese örtliche Gruppierung würde, angesichts des Einklanges mit der spanisch-katalanisch-portugiesischen Gruppe einerseits und dem Baskischen anderseits für die Erklärung von ausschlaggebender Bedeutung werden, wenn sich auf jener Enklave noch weitere Spuren, die nach dem Iberischen deuten, entdecken ließen.

Nun finden wir an dem gleichen Punkte 719 (Les Ternes b. Saint-Flour-Sud, Cantal), wo *hkairǫ* für 'gauche' erscheint, auf K. 955 ein ganz vereinzeltes *šimye*[2], das gewiß nicht von dem bask. *zume* 'mimbre, osier' (Azk.), mit Art. lab. *sumia*, soul. *sümia* zu trennen ist; auch lab. *sumarika* 'Art Weide', ferner lab. *simak* 'Schößlinge der Eichen' gehört hierher; ebenso offenbar languedokisch *chimarro* 'grand flacon' [Flasche von Weidengeflecht umschlossen?] und *chimarroto* 'bouteille en Auvergne' Mistral I 547; ein *chimarro* 'corbeille(?) en Béarn' verzeichnet Mistral. Aus der älteren Sprache ist prov. *simaiza*, *simarra* 'Maß für Wein' Levy, Prov. Suppl. Wtb. VII, 658 in dieselbe Reihe zu stellen. H. Schuchardt. der *zume*, *zumitz* 'Korbweide' (auch Purpurweide) für 'echt baskisch'

[1] Den der Sprache innewohnenden Drang nach Angleichung der beiden Typen rechts und links, dem das Romanische durch Gleichmachung des Wortausganges dester — senester Ausdruck gab, befriedigte das Baskische, indem es sie als Emanationen des einen Stammes *ęsku* 'Hand' ausgab.

[2] Auch *sįmęs* K. 1475 P. 753 [Tarn] 'brize tremblante' wird wohl hierher gehören.

erklärte (Zeitschr. f. roman. Phil. 29, 565), wies darauf hin, daß in hochnav. *zumarika* (s. oben) *zume* + *zarika* 'Weide' stecke.

Weitere Spuren iberischen Einflusses finden wir nun in unmittelbarer Nähe des Atlaspunktes 719.

Zuerst mag auf eine Wortform hingewiesen werden, die etwas nördlich von 719 am nächsten Punkte 811 (Cantal) erscheint: *ĕstüšĭ* auf K. 1321 (tousser); ihm entspricht *ĕstüsĕgă* P. 786 [südl. Aude]. Man könnte an 'extussire' denken, das aber meines Wissens nirgends vorkommt. Mistrals *estoufega* 'tousser comme un poitrinaire' wird als Anlehnung an *étouffer* nichts Ursprüngliches bieten; das gleiche wie jenes Atlaswort wird *estoussi, estussi* 'éternuer' (Mistr.) darstellen. Bei diesem Ausdrucke ebenso wie bei *ĕstüšĭ* wird es naheliegen, Zusammenhang mit lab. *estula* soul. *estüla* anzunehmen, das seinerseits zu (bisk. u. guip.) *estu* (zu *ertsi*) 'serré, épuisé' und 'catarrhe, rhume' gehört.

Noch deutlicher verrät seine Abkunft ein im Dep. Aveyron auftretendes Wort. Auf Karte 1853 (meurtrir), Punkt 718 (nördl. Aveyron an der Grenze des Cantal) begegnet uns: *ŏsüka* und wenig südlicher im gleichen Dep. auf K. 1856 (mordre) P. 728, 737: *ŏkŏĭsă*; das läßt sich nicht trennen von bask. *ausiki* 'mordre' zu *ausi* 'quebrar, romper, casser, briser' (Azkue), lab. *ausikua*, soul. *usukia* 'morsure', lab. *ausikitsea* 'mordre'.

Auf der Grenze von Cantal und Corrèze P. 708 [Corrèze] erscheint auf Karte 1688 (rainette) ein *sĭgalo*. Daß hier nicht an 'cigale' oder ähnliches gedacht werden kann, liegt auf der Hand[1]; dagegen hindert nichts, den merkwürdigen Ausdruck (für den auch Mistral nichts zur Erklärung bietet), falls man im anlautenden s-, den Rest des durch Agglutination beigefügten Artikels sieht, mit bask. *igel* 'rana' (Azkue), lab. soul. *igela* zusammenzustellen: dieses Wort gehört zu einem *igeri* 'nageant' (Azk.) und wir werden deshalb nicht fehlgehen, auch das auf derselben Karte P. 615 notierte *ĕgĭraodo* [Dordogne, Zentrum] gleichfalls auf jenen iberischen Stamm zurückzuführen.

Ein weiteres, offenbar iberisches Wort, das von Cantal westlich durch die Dordogne sich erstreckt, ist der Ausdruck für 'rougeole', K 1172, der einen Stamm *tsol-*, *tsal-* enthält:

> *tsălăpi* P. 714 [Cantal], *tšălăpi* P. 710 [Corrèze], *tsălăšŭ* P. 609 [Corrèze], *tsōlōtsu* P. 615 [Dordogne], *tsŏuloutsŭ* P. 614 [Dordogne], *šălăšŭ* P. 626 [Dordogne], *sālătsŭ* P. 607 [Hte Vienne], *sŏlŏtsŭ* P. 605 (Hte Vienne], *sŏlŏšŭ* P. 624 [Dordogne], *šorosō* P. 616 [Dordogne].

[1] Man könnte eher an das ital. *cigolare* 'knarren' denken, für das Meyer-Lübke REW. 1911 ein Schallwort **cigare* ansetzt.

Da das Wort im Romanischen nicht anzureihen ist, möchte ich es einem bask. bizk. *tsuldar* 'certain bouton de la peau', *tsoldor* 'pepie'. bizk. *tseldor* 'orgelet', hochnav. *zolda* 'croûte qui couvre la peau après une maladie', niedernav. *zoldra* 'rouille ou saleté qui s'attache à la peau. aux vases (VAN EYS Dict. 385 f.) vergleichen. Von dem letzteren heißt es bei VAN EYS: 'ce mot n'est probablement pas basque, du moins sous cette forme.' Wir wissen nicht, nach welcher Richtung diese Bemerkung zielt.

Handelte es sich in den bisher besprochenen Fällen um ein mehr oder weniger lokal begrenztes Auftreten iberischer Stämme, so wollen wir nun versuchen, auf weiterreichenden Gebieten, wo der Zusammenhang mit dem Süden noch nicht unterbrochen erscheint, iberischen Einfluß im Wortschatze nachzuweisen.

Bleiben wir vorerst bei jenem Gebiete im nördlichen Teile des Dep. Aveyron. Da ist auf K. 1526 (cruche) ein *pęgal* P. 718 verzeichnet; der gleichen Form begegnen wir P. 737, 735, 728, 727 [Aveyron]; ferner *pęal* P. 716 [Aveyron], *pęgal* P. 713 [Lot]; *pəgal* P. 729 [Lozère]. Das sind Formen mit Antritt des romanischen Suffixes *-alis*, die desselben Stammes sind wie: *pęgā* P. 693 [Bass. Pyr.], *pəgą* P. 691. 690 [Bass. Pyr.], *pəga* P. 683, 681 [Landes], *pęgä* P. 682 [Landes]; auch *pĩng* P. 680, 674, 672 [Landes], *pĩngə* P. 664 [Landes], *pįngeto* P. 645 [Gironde] gehören dazu. Am deutlichsten zeigt sich die Gestalt des Wortes auf der K. 715 (jatte) in *pęgäro* P. 780 [H^te Garonne], ebenso K. 1526, P. 698 [H^tes Pyr.] und P. 692 [Bass. Pyr]. Mit einem Ausgang *-ar* erscheint das Wort bereits bei DU CANGE s. v. *pegar*, *pegarius* in der Bedeutung '*mensura liquidorum apud occitanos*' aus der Narbonensis, und als *peguarium* '*mensura vinaria apud Tolosates*', auch altprov. *pegar* 'Krug' in bearnischen und narbonnensischen Zeugnissen LEVY, Prov. Suppl.-Wörterb. VI, 175. Auch das hier S. 176 verzeichnete '*pegaradas*' aus Narbonne, wo der Sinn des Satzes die Bedeutung 'zerbrochenes Geschirr' nahelegt, gehört hierher. Nach MEYER-LÜBKES REW 6365[2] ist das Wort im romanisch-germanischen Wortschatze nicht klar einzuordnen. Es ist gewiß das gleiche Wort wie das bask. *pegar* 'cantaro, cruche' (AZK.), lab. soul. *pęgarā* 'cruche'.

Innerhalb ähnlicher Grenzen wie das Wort *pegarra* hat ein offenbar iberischer Ausdruck für die 'Eiche' den örtlichen Zusammenhang mit dem Süden bewahrt.

Von der spanischen Grenze aus (P. 791) zieht sich durch Ariège, durch Aude, Hérault, Tarn, H^te Garonne (im äußersten nordöstlichen Zipfel), über Aveyron, Tarn-et-Garonne, Lot, Cantal (südl.), Corrèze (südl.) und Dordogne auf der Karte für chêne (K. 265) ein Wort,

das gewiß zum bask. *harits*, lab. mit Art. *haitsa*, soul. *haitša* gehört. Die Atlasformen lauten: *ga̧rik*, *gā̧rits* P. 791 [Ariège]; *gă̧rik*, *gă̧rits* P. 793 [Aude]; ähnl. im gleichen Dep. P. 784, 785, 773, 776; *gă̧rik*, *gă̧rits* P. 763 [H^te Gar.]; *gā̧rik*, *gā̧ris* P. 766 [Hérault]; *gă̧rik*, *gă̧rits* P. 764 [Tarn]; ähnl. ebd. 755, 753, 743, 744 [Tarn]; *gă̧rik* P. 746 [Aveyron]; ferner im gleichen Dep. *gă̧rik*, *gă̧ritšy* P. 737; ähnl. P. 735, 724; *gǫ̆rik*, *gǫrits* P. 727; ähnl. 716, 718 [Aveyron]; *gā̧rik*, *ga̧rits* P. 731; ähnl. P. 733 [Tarn-et-Gar.]; *gā̧rit*, *ga̧rits* P. 720 [Lot]; ähnl. P. 712, 713, 618 619, [Lot]; *gŏrit*, *gǫrit* P. 717; *aurĭ*, *a̧urĭ* P. 714 [Cantal]; *gǫrĭ* P. 711, *dza̧ri* P. 617 [Corrèze]; *dzœri* P. 615, *dzǫri*, *dzœ̧ri* P. 614, *zare* P. 611 [Dordogne]; *gǫri* P. 626; ähnl. P. 616 [Dordogne]. Da man annehmen muß, daß langes *r* alt ist, so ist vielleicht in dem zugrunde liegenden iberischen Dialekt an eine frühe Mischung von *harria* 'Stein' und *haritsa* 'Eiche' zu denken. Schon van Eys, Dict. S. 26' hält 'à cause de la dureté du chêne' eine Herkunft des Wortes *aritz* von *arri* 'pierre' für möglich. — Wechsel von *g* und *h* ist auch innerhalb der heutigen baskischen Mundarten nicht ungewöhnlich, wie die Beispiele bei Uhlenbeck, Beitr. § 19β lehren; zu vergleichen wäre auch bearn. *garok* auf K. 1161 (rocher), P. 695 [H^tes Pyr.] (dazu vielleicht fr. *garocher* 'werfen' REW 7357, für das ich keine weiteren Belege finde), entsprechend dem bask. lab. *harǫka*. Für die Formen mit anlautendem dentalen Spirant in Corrèze und Dordogne käme in Frage, ob man Einmischung von *tšara* 'jara, ciste' (Azkue) annehmen soll, vgl. auch 'lieu planté de cistes', das Iztueta als 'semis de chêne' definiert (a. a. O. 3°).

Über weite Gebiete dehnen sich Namen des Sperlings auf K. 866 A. u. B. (moineau) aus, die irgendwie Zusammenhang mit der iberischen Bezeichnung haben müssen. Wir unterscheiden auf dem Atlas drei getrennte Gebiete, die hier in Betracht kommen, eines an der oberen Garonne, ein zweites in den Basses Pyrénées, den Landes und der Gironde und ein drittes in der H^te Loire. Die Formen lauten: 1. *tša̧re* P. 750, *tša̧rat* P. 659 [Tarn-et-Garonne], *tša̧rat* P. 752 [H^te Garonne]; 2. *şįrǫt* P. 691 [Bass. Pyr.]; *širǫk* P. 684, *şįrok* P. 675; ähnl. P. 682 [Landes]; ferner: *pasirǫk* P. 665, *pąširok* P. 664, *pąsirǫt* P. 674, 680, 672 [Landes]; *pasirǫk* P. 645, *pasiro* P. 653, *pasiro* P. 650 [Gironde]; 3. *patsar* P. 813, *pātsār* P. 814, *pātsăr* P. 815 [H^te Loire].

Nun heißt der Sperling im Baskischen (außer *tšori* 'Vogel' schlechthin) *tšoarre* oder *šoarre* (Azkue). H. Schuchardt macht mich darauf aufmerksam, daß die Erklärung dieses Wortes durch Azkue als 'grajo pardo, geai gris' oder 'corneille grise' (vgl. *tšo* 2° = 'corneille' [oder *tšarra* 'geai?'] + *arre* 'gris') falsch ist, daß vielmehr *tšo (ri) arre* 'grauer Vogel' vorliegt. Zugehörige Formen erscheinen auch abgesehen vom Atlasmaterial im Südfranzösischen. In Toulouse heißt (nach Rolland

Faune populaire II, 156, 157) der passer domesticus *acharat* neben *aparat*, auch der passer montanus in der Guyenne *tchouet* (Rolland II, 164) mag hierher gehören. *Aparat* ist wohl einer Einmischung von parus[1] (vgl. Meyer-Lübke REW 6261) zu verdanken; das gleiche Etymon wird sowohl bei *patsar* usw. als bei *paširok* usw. für die erste Silbe in Frage kommen. Daß neben einem *tšor-* bzw. *tšarr-* mit Wechsel des Stammvokals auch *tšir-* ursprünglich einen 'Vogel' oder ein 'flatterndes fliegendes Wesen' bedeute, darauf scheint mir guip. *tširita* 'bergeronette, lavandière' zu weisen. Dasselbe hat im Guip. auch die Bedeutung 'Schmetterling'; von diesem Stamme gehen dann auch die andern Namen des Falters (*tširibia, tširibiri, tširuliru*) aus, die, wie so oft, durch Doppelung und Klangspiel unstäte flatternde Bewegungen versinnbildlichen und in eine Reihe mit ähnlichen Bildungen bei Vogel- und Insektennamen zu stellen sind, bei denen nun auch noch das Moment der Schallnachahmung die Wahl des Klanges beeinflußt (*tširribirri* 'martinet', *tširrin* 'grillon' usw.).

Im Bereiche der besprochenen Worttypen liegt auch das Gebiet, in dem die 'Klatschrose', der 'rote Mohn' Karte 321 (coquelicot), in Formen erscheint, die Zusammenhang mit bask. *ander* (soul. *andeiya*) 'Fräulein' nahelegen. Das Zentrum der Verbreitung liegt im Dep. Lot: *ãndẹr* P. 618, *ãndẹr* P. 712, *õndẹr* P. 713, *ãndẹr* P. 720, *ãndẹr* P. 619 [Lot], *ãndẹr* P. 628 [Dordogne], *ãndẹr* P. 637 [Lot-et-Gar.], *ãndẹr* P. 617 [Corrèze], *jãndẹr* P. 711 [Corrèze] und weiter abliegend *ãdārlə* P. 805 [Puy de Dôme]. Die figürliche Bezeichnung dieser Pflanze als 'Fräulein' erklärt sich durch das auch bei uns verbreitete Spiel der Kinder, die die roten Blütenblätter herunterklappen und daraus ein Püppchen mit rotem Rock (bask. guip. *andare*, bizk. *andera* 'poupée', Azk.) formen. Ausführlich behandelt werden diese Bezeichnungen in der lehrreichen Züricher Dissertation Otmar Schroeels: 'Die Ausdrücke für den Mohn im Galloromanischen', Graz 1915. Aus seinen Ausführungen ersehen wir, daß neben dem 'Klatschmohn' auch noch eine andere Pflanze, der 'Venusnabel' (cotyledon umbilicus L.) = *enderre, anderre* (rouerg.) Mistr., auf den gleichen Namen Anspruch macht, auch der Name des Feuerbocks *landier*, afr. *andier* in gleichen Gebieten Südfrankreichs gleichlautet. Auf einen vorromanischen Ausdruck hatte schon Meyer-Lübke REW 449 gedeutet. Wir lassen den Zusammenhang mit *landier* unerörtert und weisen nur darauf hin, daß der Anschluß an bask.

[1] H. Schuchardt weist mich darauf hin, daß bei parus in der Bedeutung 'Meise' auf weitem Gebiet im Romanischen -rr- eintritt: bearn. *parrat, parre* und *parret* (fauvette), land. *parrinde*, ital. *parra*, neap. *parrella*, auch bask. *parratšori* stammt aus dem gask. *parrat*; er vermutet, daß man bask. *murrutšori* 'Sperling' bildete, weil man in '*parratšori*' das *parra* dem span. *pared* gleichsetzte.

ander[1] 'Fräulein' durch mannigfache Analogien (vgl. Schroefl S. 73 f., *poupée, madona, donetta*[2] usw.) nahegelegt wird, wie auch andrerseits im Baskischen von heute solche Bezeichnungen nicht ungewöhnlich sind: guip. *andarrai* 'églantier, rosier sauvage', soul. *andere- mahats beltša* [wörtl. das 'schwarze Traubenfräulein'] *andra-bedar*, bizk. *andra garratz* 'oseille sauvage', bizk. *andreiña* 'certaine herbe odorante', sämtlich bei Azkue.

Wieder mehr nach dem Osten zu reicht ein größeres Gebiet, auf dem ein Wort für 'petit lait, lait de beurre' erscheint, das nahe Beziehungen zu einem baskischen Stamme hat; '*gaspo*[3]' und zu ihm gehörige Formen finden wir auf K. 1605 (petit lait): *gą̄spǫ* P. 807, *gą̈spǫ* P. 705; *gą̄pǫ* P. 805, 806, 804; *gę̄pǫ* P. 809, *gą̄pa* P. 703 [Puy-de-Dôme]; *gąpo* P. 706, *gąpǫ* P. 708, *gaçbürə* (das offenbar dissimilatorisch aus **gapęburə* entstanden ist) P. 707 [Corrèze], *gą̄spa* P. 709, *gą̄spa* P. 811, *gą̄hpo* P. 719 [Cantal], *gą̄hpo* P. 713 [Lot]; *gą̄spọ* P. 733 [Tarn-et-Garonne]; *gą̆spo* usw. im gesamten Aveyron P. 716, 718, 727, 724, 735, 728, 737, 746, 748, *gą̆spa* usw. im gesamten Hérault (mit Ausnahme von P. 768); in Gard *gą̄spo* P. 861, 852, 841, 840, 842; in Lozère P. 830, 729, 822, 821; in H^te^ Loire: *gą̄spa* P. 812, *gą̄spo* P. 813 und wohl auch *gą̄vu* P. 814; endlich vereinzelt in Ardèche: *gą̄spo* P. 833. Das Wort ist gleichen Stammes wie bask. *gazta, gazna* 'fromage' (Azk.), das seinerseits zu *gazi* 'salé' und *gatz* 'sel' gehört. Von *säligǫt* K. 1605, P. 786 [Aude] war bereits oben die Rede. Zu *gazna* vermutet H. Schuchardt (nach schriftl. Mitteilung), daß *caseus* im Spiele sein könnte.

Noch ein anderes iberisches Wort aus der Milchwirtschaft — in der die Basken stets besonders bewandert waren — finden wir in dem bearn. *gurop* K. 1605, P. 698 [H^tes^ Pyr.] 'lait caillé bouilli'; es

[1] Mehrfach ist die Vermutung geäußert worden, daß im bask. *ander* eine Entlehnung aus kelt. **anderā* (irisch *ainder*) vorliege, ob zuerst von C. C. Uhlenbeck, Beitr. zu einer vgl. Lautl. d. bask. Dialekte 1903 (vgl. BB. 30, 325 f.), vermag ich nicht zu sagen. Wenn ein keltisches Etymon den obenerwähnten südfranzösischen Formen zugrunde läge, dann wäre immerhin merkwürdig, daß seine lokale Verbreitung so engumgrenzt wäre.

[2] Ähnliches auch bei anderen Pflanzennamen, vgl. *dunzęla* K. 1441 (armoise), P. 796.

[3] Daß *gaspiller* zu *gaspo* gehört — worauf auch der Dict. Gén. anspielt —, erscheint durchaus einleuchtend. G. Paris äußerte Romania 28, 144, daß diese Zusammenstellung '*aurait besoin d'être développé et discuté*'. Es würde *gaspiller* ursprünglich das Herausschleudern der käsigen Milch bei kleinen Kindern bedeuten (vgl. das von Meyer-Lübke REW 1738 erwähnte lucch. *kačottoro* 'die von kleinen Kindern ausgespiene gekäste Milch'). Daß *gaspiller* gerade die Bedeutung 'verschleudern' angenommen hat ist vielleicht auch nicht fern von iberischer Einwirkung, wenigstens haben wir noch heute im Baskischen den merkwürdigen Ausdruck: lab. *gažna besala šahutsen du gison horręk* wörtl. 'comme du fromage dépense cet homme'.

gehört zu bask. *guri* 'graisse molle, beurre frais', *gurin* 'beurre', *gurhi* 'graisse', soul. *guri*, *gui* 'matière molle' (Azk.).

Über weite Strecken von Westen nach Osten dehnt sich ein Typus, der schwerlich ganz von baskischen Stämmen zu scheiden ist.

Die K. 267 (chenille) zeigt uns folgende merkwürdige Bildungen: An der Grenze des baskischen Sprachgebietes: P. 690 [Bass. Pyr.]: *ürük*, das in ähnlicher Form im Katalanischen von Roussillon wiedererscheint: *ŭrūge* P. 794, *ŭrūgə* P. 795. 798 [Pyr. Orient.], und ferner weitab noch in Lozère: *ürügo* P. 830 und *ǫrūgo* P. 822. Das ist nach allem, was wir bisher behandelt haben, bereits eine sehr verdächtige Gruppierung. Nun schiebt sich zwischen Westen und Osten von der spanischen Grenze beginnend ein *arūko* P. 693 [Bass. Pyr.], ferner ein *arüko* P. 687 [H^tes Pyr.] und P. 678 [Gers] ein: von da aus reicht eine Gruppe *rüko* über H^tes Pyr. P. 689, 688, Gers P. 679, 669, H^te Garonne P. 771, 762, 760, 752, Ariège 782, 772, 783, Tarn-et-Garonne P. 659, 750, 741, 731, 733, Tarn P. 743; bis dann jenseits des Aveyron am äußersten Westpunkte dieses Dep. (P. 748) ein *erügo* auftritt, dann im Gard ein *berügo* P. 840 und endlich im Gebiete nahe der Rhône ein *arüga* (P. 852) und *arügo* (P. 841) erscheint. Diese letzteren beiden Typen schließen sich wieder an katalanische Formen an wie *arugə* P. 797 [Pyr. Orient.], *arügá* P. 796 [Pyr. Orient.], so daß wir also im Katalanischen teils Formen mit *ar-*, teils mit *ur-* finden. Für den Ursprung des Wortes wird *eruca* 'Raupe' (REW 2907) in Betracht kommen; aber werden durch dieses Etymon die Vokale der ersten Silbe in den verschiedenen Mundarten hinreichend erklärt? Man könnte einwenden, daß ein vokalischer Wechsel zwischen *a-o-u* auch sonst im Anlaute vor *r* nachweisbar ist und dafür auf **erīcius* 'Igel' (REW 2897) hinweisen, wo in ähnlicher Weise (vgl. K. 687: hérisson) *ąrisū* P. 690 neben katal. *ŭrisun* P. 797 erscheint. Die beiden Fälle sind aber doch nicht ohne weiteres gleichartig, weil im einen Falle *u*, im andern *i* der Tonvokal der zweiten Silbe ist. Trotz alledem möchten wir — wenn auch nicht ohne Bedenken — die Möglichkeit iberischen Einflusses bei den Gestaltungen von *eruca* nicht ganz von der Hand weisen; denn wir können doch wohl die südfranzösisch-katalanischen Formen mit *ar-* nicht loslösen von bask. *ar*, *har* (Azk. unter 2°) 'ver spécialement des fruits', soul. *hara* 'chenille'. Über die Etymologie des baskischen Wortes sagt uns van Eys in seinem Dict. nichts, aber wir dürfen annehmen, daß *ar* ebenso wie hochnav. *arma-arma* 'Spinne' (Azk.) zu dem Stamm in *ari* 'fil à coudre' gehört, daß also in *ar* eine Wurzel 'spinnen' stecke. Wir sprechen ja auch von einem 'Spinner' und meinen damit eigentlich die Raupe. Dieser Stamm *ar-* 'spinnen', an dem wir angesichts *ari* 'fil' und *arma-arma* 'Spinne' nicht zu zwei-

feln haben, hat nun Parallelstämme mit *i* und *u* lab. *irmaarmo* 'Spinne', *irun* 'filer', ronk. *urun*, soul. niedernav. *ürün* 'filer'. Der Wechsel von a — i und der von i — u in der Stammsilbe ist auch sonst im Baskischen belegt (Uhlenbeck, Beitr. § 1, β und § 3, δ). So läge also auch im Baskischen ein Vokalwechsel vor, wie er sich in den romanisierten iberischen Wörtern für 'Raupe' in Südfrankreich noch widerspiegelt.

Es mögen nun noch einige wenige Einzelfälle erwähnt werden. *ešãnko* P. 771 [H^te Gar.] auf K. 1459 (béquille) wird sein e- im Anlaut dem Pluralartikel zu verdanken haben und zu bask. lab. *šaŋka*, soul. *tšaŋka* 'béquille' (Azkue: *šankha* 'béquille') gehören, das zur Klasse von *zango* 'jambe' zu stellen ist; wir wollen dabei auf das schwierige Problem, das das alte orientalische *zanca* 'Schuh' (REW 9598) bietet, nicht eingehen. Klein ist der Kreis, in dem ein auf den ersten Blick durchaus iberisch anmutendes Wort für 'Kartoffel' uns begegnet. K. 1057 (pomme de terre) verzeichnet auf P. 686 [Bass. Pyr.]: *mãndoros* ebenso P. 687, 696, *mãndorōs* P. 688, 689, *mõndores* P. 698 [H^tes Pyr.] *mãndoros* P. 699 [H^te Gar.]. Alle diese Formen würden, was den ersten Teil des Wortes betrifft, wohl zu bask. lab. *mandaburu* wörtl. 'tête de mulet'[1] heute 'variété de pomme' (Azk.) stimmen; vgl. auch *mandaka* 'variété de pomme très amère' (Azk.) entsprechend dem bask. *mandako* 'muleton, petit mulet'; vielleicht gehört zu dem gleichen Stamme auch katal. *mandongo*, *mandonguilla* 'Knödel, Bällchen'. Auch Rolland führt Flore popul. VIII, 107 ein *mandorro* 'pomme de terre' aus H^tes Pyr., H^te Garonne und Lot-et-Garonne auf (zu *mando* vgl. REW 5309). Zum Schlusse möge noch auf einige iberische Wörter hingewiesen werden, die allein in der katalanischen Südostecke Frankreichs auftreten. K 1440 (argile) bringt, nur einmal belegt, P. 795 [Pyr. Orient.] *pustiłūna*. 'Tonerde' heißt heute im lab. *bustinlurra*, soul. *büstünlürra*. Nur der erste Bestandteil, entsprechend einem bask. *busti* 'humide' (Azk.), paßt zu jenem katalanischen Worte: im zweiten Teile sehe ich — falls nicht ein romanisches Suffix vorliegt [H. Schuchardt äußert mir die Vermutung, daß sich in dem *ł* die Endung von '*argile*' weiterverpflanzt habe], ein bask. *ilhun*, *ilun* 'dunkel'; *buztin-ilun* 'dunkler Ton' wäre gebildet wie *buztin-gorri* 'almagre, rouge ocre' (Azk.).

Katal. *askarosás* (neben *kärosá*) P. 795 [Pyr. Orient.] und *askarǭsə* P. 797 [Pyr. Orient.] auf K. 1459 (béquille) sind offenbar beeinflußt von

[1] Vielleicht ist ein bask. *mando* 'mulet' versteckt in dem Namen des Maikäfers K. 683, P. 842 [Gard] *mãndjyopero*, da doch 'Birnenesser'? ('*poire*' heißt P. 842 *pero*) kaum einen Sinn gibt; die umgebenden Punkte haben für hanneton: *l'anetũn* usw., 'le petit âne'; P. 743 [Tarn] hat direkt *aze* 'âne'. Auch sonst sind ja solche Übertragungen von Tiernamen auf Käfer nicht selten: *vache de chêne* (Rennes) Rolland, Faune pop. III, 331 = 'Maikäfer', sp. *vaquita de San Antón* 'coccinelle'.

bask. *askar* 'rouvre, érable, sorte de chêne' (Azk.), lab. *askar da* 'il est robuste', dazu der ON *Ascarat* und der PN *Ascarateil.*

Endlich sei eins der überzeugendsten Beispiele iberischen Einflusses aufgeführt: der Name der Eidechse im katalanischen Gebiete: K. 766 (lézard), P. 798 *sĕrgäntanå*[1], P. 797 *singlantanə* (das sich an Formen wie *ĕnglutino* K. 766, P. 766 angeglichen haben mag). Während der zweite Teil des Wortes *sĕrgantana* kein echt baskisches Suffix enthält, das freilich in *kaskarratañu* 'salamandre' (Azk.) in ähnlichem Tiernamen wiederkehrt, ist der erste deutlich *sorgin*, lab. *šorgin* 'Hexe'; als 'hexenartig' wird im Baskischen gern allerlei bewegliches Getier charakterisiert. So finden wir bei Azkue den Schmetterling als: *sorginbitši*, *sorgindara*, *sorginoilo* (wörtl. 'Hexenhuhn'), *sorginmandatari* ('Hexenbote') bezeichnet; die Libelle heißt: *sorginorratz* 'Hexennadel'; der Zaunkönig: *sorgintšori* 'Hexenvogel'; so heißt die Eidechse im lab. *šorgandila* (der Ausdruck fehlt bei Azkue): andere Namen der Eidechse erinnern wenigstens von fern an jenen katalanischen Namen: lab. *šukhandila* (*sugandela* usw. 'petit lézard des murailles' Azk.); bei ihnen haben sich *su- sukh-* 'Feuer' und *suge* 'Schlange' eingemischt (über weitere Ausdrücke vgl. Schuchardt, Baskisch und Romanisch S. 16).

II.

Betrachten wir nun zusammenfassend die geographische Verteilung der behandelten Worttypen, so wie sie die beigefügte Karte illustriert[2]. Spuren iberischen Wortmaterials reichen im Osten bis hinüber in die Cevennen, ja bis hinab an die Ufer der Rhône. Während das nördliche Gard noch reicher belegt ist, schwindet fast jede Spur in Ardèche. Stärker wieder erscheint iberischer Einfluß in Hte Loire. Nördlich reichen die Ausläufer über Puy-de-Dôme und Corrèze bis nach der Dordogne, ja bis ins Herz von Hte Vienne.

Wir unterscheiden deutlich Kernlandschaften, in denen sich altes Gut sicherer bewahrt hat, dahin möchten wir einerseits Aveyron, Cantal, Lot rechnen, anderseits das bearnische Bergland und das katalanische Gebiet. In dem letzteren scheint es fast, als läge ein doppelter, zeitlich verschiedener Schub iberischen Importes vor.

[1] Meyer-Lübke zitiert katal. *sargantana, sagrantana* unter *lacerta* 4° (REW 4821) und verweist im Zusatze auf die Möglichkeit vorromanischer Einwirkung.

[2] Es liegt auf der Hand, daß die wenigen iberischen Typen nur ein annäherndes Bild iberischen Einflusses geben können. Sehr vieles Unsichere mußte ausgeschieden werden; anderes, auch die Erörterung wichtiger Lauterscheinungen, wie anl. $r >$ *arr-*, kann nur in besonderer eingehender Untersuchung behandelt werden. Weitere Forschungen werden das Kartenbild vielleicht noch reicher ausgestalten, die Grundzüge des Bildes aber kaum anders festlegen.

Wie klar aber tritt die große Linie der Garonne und ihre Straßen heraus! Lot-et-Garonne, das nördliche Tarn-et-Garonne und vor allem auffällig Gers bleiben fast ganz frei. Toulouse ist ganz spärlich besetzt, und die Garonne aufwärts, am Nordrande von Ariège, erhält sich diese Spärlichkeit bis an die Tore des Pyrenäenpasses (P. 790 ganz frei, P. 699 nur gering belegt). Es ist natürlich kein Zweifel, auch in dem weiten Tale der Garonne haben Iberer gewohnt; aber ihre Spur ist verwischt durch die große Verkehrsstraße. Wir unterscheiden deutlich zwei große Strömungen (sie sind auf der Karte durch grüne bzw. rote Zeichen kenntlich gemacht), eine, die von einer westlicheren Grenzbasis aus einerseits nach Norden durch die Landes nach der Gironde reicht und anderseits in schmalem Streifen nordöstlich verläuft bis in zwei Ausläufer (Hte Loire und Lozère-Gard), und die zweite, die von einer östlicheren Grenzbasis aus nach Norden aufragt, mit jener ersteren sich vielfach mischend, dann aber nach Nordwesten (Corrèze, Dordogne) weiter ausgreifend.

Auffällig ist der gänzliche Ausfall von Merkmalen bei zwei Endpunkten einer bekannten Straße (P. 792, P. 787), die von Narbonne nach den Pyrenäen verläuft; überhaupt fällt in die Augen die geringe Belastung der gesamten Narbonensis (Aude, Hérault). Da Siedelungsfragen hier in Betracht kommen, sei unser Augenmerk noch einigen Ortsnamen zugewandt.

III.

Fast hundert Jahre sind vergangen, seit Wilhelm von Humboldt durch seine denkwürdige Abhandlung das Studium der iberischen Namenforschung zuerst erschlossen hat. Seitdem haben verdiente Forscher im einzelnen Nachlese gehalten; Achille Luchaire hat in seinen scharfsinnigen *Etudes sur les Idiomes pyrénéens de la région française* (Kapitel IV, S. 135—192) die Ortsnamenkunde des Baskenlandes im ganzen gefördert, Hugo Schuchardt in Einzeluntersuchungen der Methode die Grundlage gegeben. Den heutigen Stand der Forschung vermittelt uns am besten H. Gröhlers[1] Handbuch *Über Ursprung und Bedeutung der französischen Ortsnamen*, Heidelberg 1913, S. 60—66. Heute wäre auf Grund des gesamten Namenmaterials diesseits und jenseits der Pyrenäen und im Anschluß an die Fortschritte der baskischen Wissenschaft eine Gesamtuntersuchung über alle iberischen Ortsnamen ein dringend er-

[1] Dankbar bekenne ich mich zu der Förderung, die mir Edward Schröders methodisch lehrreiche Besprechung dieses Buches (Gött. Gel. Anz. 1916, Heft 5) gebracht hat.

wünschtes Ziel, das freilich erst dann erreicht werden kann, wenn die in Betracht kommenden Bände des Dictionnaire Topographique de la France, die noch der Bearbeitung harren, erschienen sind.

Die Schwierigkeiten, einwandfrei die Herkunft der Ortsnamen zu deuten, sind nicht gering (vgl. dazu Meyer-Lübkes aufschlußreiche Ausführungen in den Paläontologischen Aufgaben seiner Einführung in das Studium der romanischen Sprachwissenschaft (2. Aufl., § 245f. u. bes. § 260f.) Zwar wandern die Ortsnamen nicht wie die Wörter, unterliegen aber bei Neubesiedelungen Umdeutungen und Entstellungen; zudem ist man bei Deutungsversuchen der iberischen Namen, abgesehen von den selbst noch sehr der Deutung bedürftigen Inschriften, auf den einzigen heute noch lebenden Sprachzweig des Iberischen, das Baskische, angewiesen, dessen ganze Entwickelung allerdings im Laufe der wenigen Jahrhunderte, die wir zu überblicken vermögen, erstaunlich konservativ erscheint, das aber als 'iberische Mundart' die Namensgeschichte doch nur einseitig beleuchten kann.

Was nun die Ausdehnung iberischer Sprache in Südfrankreich und darauf sich gründende Ortsnamen betrifft, so äußert sich Luchaire noch ganz zurückhaltend. Ausgehend von den iberischen Namen *Iliberri* (1)[1] [heute Elne im Dep. Pyr. Orient] = bask. *Iri-berri* 'Neustadt' und *Caucoliberis* (1a) [heute *Collioure* ebenfalls Pyr. Orient.], zu dessen erstem Teile Gröhler (a. a. O. S. 61) einen spanischen Namen vergleicht, bemerkt Luchaire: '*ça et là, sur la côte du Bas-Languedoc apparaissent aussi quelques noms de lieux qui semblent impliquer la même origine, par exemple celui de Béziers.*' Dieser Hinweis rückt also schon das Dep. Hérault in eine Sphäre iberischen Einflusses.

Um nun für die Beurteilung der Ortsnamen iberischer Herkunft einen festen Ausgangspunkt zu gewinnen, gehen wir von einem bestimmten Namen aus, der häufiger vorkommt und dessen Erklärung gesichert ist: *Bigorre* (s. bei Gröhler, a. a. O. S. 62). *Begorra*[2], *Bigorra* (2) ist der alte Name für den Ort *Cieutat* (Arr. Bagnères de Bigorre) (2a), der ostwärts über dem Adourtale liegt, südöstlich von Tarbes (H^{tes} Pyr.). *Bigorre* wird heute die ganze obere Adourtallandschaft genannt, von der Quelle des Adour bis zur Nordgrenze des Dep. H^{tes} Pyr.; sie liegt heute nicht mehr im baskischen Sprachgebiete.

Die Etymologie von *Bigorra* hat Prinz Louis Lucien Bonaparte gegeben und Schuchardt hat sie gegen Philipon gestützt (Iberische

[1] Die Zahlen deuten auf die entsprechenden Nummern, die für die Ortsnamen auf der beigefügten Karte II eingesetzt worden sind.

[2] Daß *Begorra* die Hauptstadt der *Begerri, Bigerri, Bigerriones* war, wird uns nicht schwankend machen in der Beurteilung des Namens. Auch Schuchardt sieht (Iber. Dekl. S. 5) in ihm eine Vermischung von *Bigerra* mit *Baigorri*.

Dekl. S. 3f.). Der Name bedeutet 'roter Fluß', bask. *ibai-gorri*. Im Baskenlande selbst erscheint der Name heute als Bezeichnung eines Nebentales der Nive: *Bäïgorry* (3)[1], das auf dem Mont Ahaddi endet; in ihm liegt *St. Etienne de Bäïgorry* (Bass. Pyr.); auch die Bergspitze eines hufeisenförmigen Höhenzuges zwischen Bidarray und Hélette — auf den Generalstabskarten als *Mt. Baygoura* (4), von meinen Gewährsleuten als *Baigurra* bezeichnet — führt den Namen des Tales und der Landschaft.

Außer bei den genannten Ortsbezeichnungen finden wir den Namen *Bigorre* — soweit uns die bisher erschienenen Bände des Dict. Topogr. d. Dép. d. l. France und das Dictionnaire des Postes et des Télégraphes (DPT) hierüber aufzuklären vermögen — noch an folgenden Punkten Frankreichs:

Dep. Gironde: *Bigorre* (5) Gem. wenig südlich von Mauriac bei Blasimon (in der Richtung nach Sauveterre, östlich von Bordeaux) DPT; heute, soviel sich ersehen läßt, nicht an einem Gewässer gelegen.

Dep. Ariège: *Bigorre* (6) Gem. Laroque d'Olmes im östlichsten Teile des Dep. DPT.

Dep. Aude: *Bigorre* (7) Gem. Mas-Saintes-Puelles, Bez. Castelnaudary. Dict. Top.

Bigorre (8) Gem. Mireval-Lauraguais, 8 km genau südlich von Castelnaudary, an einem Bach gelegen. Dict. Top.

H[te] Loire: *Bigorre* (9) Gem. St. Front, westnordwestlich davon; Bez. Fay-le-Froid, Kreis Le Puy (an der Grenze von Ardèche). *Bigorra* 1256. Dict. Top. In unmittelbarer Nähe (1.5 km) sind auf der Carte géologique de la France détaillée eisenhaltige Schichten eingetragen.

Bois de Bigorre (9a) nördlich von Pinols an einem Flüßchen.

Dordogne: *Bigorre* (10) Weiler, Gem. Lanqais, Bez. Lalinde, Kreis Bergerac. An der Dordogne.

Bigorre (11) Weiler, Gem. Montignac-sur-Vézère, Kreis Sarlat.

[1] Anwohner der Nive und der Nivelle berichten mir, daß bei Regenzeiten diese Flüsse ein Wasser führen, das *odola besain gorri edo gorriago* 'rouge comme le sang ou plus rouge' gefärbt sei; das habe sich besonders bei den Überschwemmungen von 1910 gezeigt, wo die ganze Gegend wie von Blut übergossen erschien. Nicht überall wird das Naturphänomen so stark den Vergleich herausfordern. Übrigens bedeutet bask. *gorri* im allgemeinen (und so auch in *ibaigorri*) ein Rot von mehr bräunlicher, gelblicher, grauer Nuance; darauf weisen allerhand zugehörige Worte: span. *gorrión* 'Sperling', das zu *gorri* gehört, nach der graubraunen Farbe des Vogels; für 'braun' spricht hochnav. *gorri* 'rouille des plantes', bizk. *gorringo* 'le milieu de la châtaigne cuite', bizk. *katalin gorri* eig. 'braune Katrine' = 'Schnaps' (Azk.); auf 'gelbrötlich' deutet: allg. bask. *gorringo* 'Eigelb' und 'champignon jaunâtre, orange' (Azk.). Daß das Baskische überhaupt eine von der unseren total verschiedene Farbenskala besitzt, sei ausführlicher Begründung vorbehalten.

Betrachten wir nun nur die drei zuletzt genannten Departements als die von der baskischen Basis am weitesten entfernten Bezirke und sehen wir, ob auch außer dem Namen *Bigorre* sich noch andere Ortsbezeichnungen finden, die auf iberische Herkunft deuten.

1. Aude.

Es gibt im Dep. Aude eine große Anzahl von Namen, die uns ohne weiteres als iberisch ins Ohr klingen. Um aber Mißdeutungen zu entgehen, wollen wir nur einige wenige hervorheben, bei denen ein Vergleich mit baskischen Ortsbezeichnungen oder eine Erklärung durch baskische Worte besonders naheliegt[1].

Estarac (12) Gem. Alaigne und

Estarac (13), 1007 *Astarac*, Gem. Bages, Bez. Narbonne.

Diese Namen, die, wie die alte Form des letztgenannten zeigt, kaum von jenen zahlreichen iberischen Namen, die mit *Ast-*, *Asta-* beginnen, zu trennen sind (*Astorga*, Prov. Léon, die alte spanische Bischofsstadt u. a.), werden von Humboldt (Werke IV, S. 81) in einem besonderen Kapitel behandelt. Seiner Ableitung von einem *acha*, *aitza* 'Felsen' können wir heute nicht mehr folgen; wir sehen vielmehr in dem bask. *asta*, *asto-* 'wild' (Azk.) das entsprechende Etymon, so daß *Astigi* 'Wildort, Wüstenei', *Astura* 'Wildwasser' zu deuten wäre. Wir werden weiter unten ähnliche Namen auch anderwärts in Südfrankreich finden.

Die Ferme *Bigarrats* (14), auf den Generalstabskarten als *Château de Bigarats* bezeichnet, die in der Gem. Ricaud nordwestlich von Castelnaudary liegt, wird trotz einer gewiß fehlerhaften älteren Schreibung *Bigarrals* (1781) unbedenklich mit dem Namen eines weit südlicher auftretenden Ortes, dem dicht an der Grenze des Dep. Pyr. Orient. gelegenen *Bugarach* (15) (dabei der *Pic de Bugarach* [15a], Gem. Couiza) zusammengestellt werden können. Dieser Ort wird schon 889 mit volksetymologischer Umdeutung der ersten Silbe als *Villa Burgaragio* urkundlich erwähnt; für ursprünglicher und daher für die Erklärung maßgebender[2] halten wir die später (1194—1500) überlieferten Formen: *Ste Marie de Bigarach*, *Bigarach et Malet*. Der Name erklärt sich ungezwungen durch ein bask. *bi-garratz* 'deux houx'. Die Sitte, den Ortsnamen nach zwei oder mehreren landschaftlich hervorstechenden Merkmalen (Bäumen, Felsen usw.) zu wählen, ist auch im Baskenlande verbreitet

[1] Soweit nicht anders hervorgehoben, folgen wir in den Ortsnamen den Angaben des jedesmaligen Dict. topogr. des Dép. d. l. France.

[2] Daß nicht das Alter einer urkundlichen Form allein dafür ausschlaggebend ist, ob sie zur Beurteilung der Herkunft von Ortsnamen brauchbar sei, hat Schuchardt an dem Namen des *vallis Bigur* Iber. Dekl. S. 3 gezeigt.

(*bi-harrits* = 'zwei Felsen' = Biarritz[1]). Ein kleines Problem für sich bieten uns die Namen mit *Esper-*. In Aude, in der Nähe von Bagnolas, finden wir eine 'ancienne ferme' *Espèregan* oder *Espèregazan*, die 1534 als *Esperegazaing* erwähnt wird: der erste Bestandteil kehrt wieder in *Espérandieu* (15b) (halbwegs zwischen Belvèze und Bellegarde, nordwestlich von Limoux). aus den Bass. Pyr. wäre dazu *Esperbasque*, Gem. Salies zu vergleichen, das 1385 als *l'ossau d'Esperbasco* urkundlich erwähnt wird. *Esper-* entspricht einem bask. *espar* 'échalos' (Azk.) *esparru* (Azk.) 'parc, bergerie' lab. *ešper* 'bergerie'. Über *espar* hat schon Luchaire, Les origines linguist. de l'Aquitaine S. 45 und später Ant. Thomas in den Essais de philol. franç. S. 122 gehandelt. Beide weisen auf das gaskognische *esparre* (zu dt. *Sparren*) 'échalas' als Grundwort hin (vgl. auch *ęsparũ* 'barre de chaise' ALF K. 1761, P. 664 [Landes]). Trotz des Lehnwortcharakters, den das baskische Wort hat, wird es mit echt baskischen Elementen Verbindungen eingegangen sein, und so möchte ich in *Espérandieu* eine volksetymologische Umdeutung sehen, die durch lab. *èsper-handia*[2] 'grande bergerie' zu erklären ist. *Esperegazaing* ist mir nicht klar.

Unverkennbar scheint mir iberische Herkunft aus dem Namen eines ausgedehnten Bergwaldes *Gramentes* (16) zu sprechen, das nördlich von les Martys, Bez. Mas-Cabardès, in einem waldreichen, gebirgigen Distrikte liegt, der über 1000 m ansteigt. Wir finden als ältere Schreibungen: *in nemore sive nemoribus de Garmentesio* 1270, *Forest de Garamentés* 1662, *la forêt et montaigne de Garementés* 1759. Es liegt entweder ein bask. *garamendi* 'hoher Berg' (Azkue s. v. *gara* 5°) oder *garmendi* 'volcan' (Azk. s. auch *garramendi* 'feu montagne, montagne volcanique') zugrunde. Der gleiche Name liegt vor in der Ferme *Garamons* (17), nordöstlich von Belpech, auf halbem Wege zwischen Belpech und Molandier. Das Hügelland, in dem dieser kleine Ort liegt, erhebt sich in seinen höchsten Punkten freilich nur 370 m und ragt nur 100 m über der Ebene hervor.

Leicht zu deuten ist der Name der Ferme *le Sergentou* (18), Bez. Castelnaudary, die 1807 als *le Sargentou* erwähnt wird und jenem oben genannten *Sarguindéguy* (19) 'Hexenort', Gem. les Aldudes, Bass. Pyr. (ebendort auch ein *Sarguineguicobiscarra*) zu vergleichen ist[3].

[1] So und nicht wie Uhlenbeck Beitr. § 11b will als *bi* + *aritz* 'zwei Eichen', erklärt mein labourdischer Gewährsmann den Namen der Stadt (15b), indem er hinzufügt, daß eine Sage existiere, wonach die Stadt bei 'zwei Felsen' gegründet sei (vgl. *arritsu* 'endroit pierreux' Azk.).

[2] Der Artikel ist bei solchen Ortsbezeichnungen durchaus üblich: *Ailušhandia* b. Arcangues u. ä.; dieu lautet nach dem Atlas in jener Gegend *dĩũs*.

[3] Andere Namen des Dep. Aude, Bez. Castelnaudary klingen sehr stark an pyrenäische Namen an, so der des *Château de Belissendy* (20), der ebenso wie *Belissens*

Wohl den reinsten Rest iberischer Bezeichnungen stellt der an der Bucht von Narbonne im Südosten der Stadt einst lebendige Name *L'Issaragual* (21) dar, der als '*ancien rec mayral au terroir de Craboules*', 1352: *cava mayralis, alias vocata l'Issaragual* erwähnt wird, worin ohne allen Zweifel 'Eschenort' zu sehen ist: *leizar* 'frêne' (Azk.), soul. *lešarra* (vgl. den nach einem Ortsnamen gebildeten bekannten Personennamen Leiçarragua) s. Luchaire, a. a. O. 178.

2. Haute-Loire.

Im Dep. H^te^ Loire erscheinen nach dem Dict. Top. du Dép. d. l. H^te^ Loire neben dem genannten *Bigorre* folgende Ortsnamen, bei denen wir iberische Herkunft annehmen dürfen:

Les Astorgs (22) Wüstung, Gem. Chomelix, 1404 *Mansus doux Astorgues.*

Astur (23) Wüstung, Gem. Saint-Georges d'Aurac, Bez. Paulhaguet, vgl. dazu das oben Gesagte.

Zu *ibarra* 'Tal' gehören:

Les Yverras (24) Weiler, Bez. Saint-Maurice-de-Lignon, nördlich von Yssingeaux. Der Ort wird 1560 als *lous Eyverratz*, 1695 *les Eyverras*, 18. Jahrhundert *les Eyveras*, 1860 *Yvarra*[1] erwähnt; der Name ist des gleichen Ursprungs wie der der Ferme *Les Eyrauds* (25), Gem. du Chambon, südöstlich von Yssingeaux, 1888 als *Les Eyvaras* erwähnt, dessen Entwicklung zu erklären schwierig ist.

Sollte hier eine Doppelentwicklung vorliegen, in dem neben einer Form *Eyvaras* mit einer der uns aus dem Baskischen so vertrauten Metathesen eine zweite: *Eyravas* stand? Dafür würde sprechen, daß *Eyravas* (25a), als Dorfname existiert Bez. Vorey, 1314 Ayravas auch *Eyravazet* (25b), Dorf im Bez. Vorey mit dem zugehörigen Bach des gleichen Namens.

In dem alten Namen des Berges La Garde-d'Ours (Dict. Top. S. 133) (26), der unmittelbar bei Le Puy südöstlich der Stadt zu 877 m Höhe emporsteigt, steckt wieder das obenerwähnte bask. *garmendi* oder *garamendi.* Der markante, weithin sichtbare Bergkegel wird 1224 als *Lachalm de Garmentes* urkundlich genannt.

Ein Waldname *Gargaride* (27), Gem. Saint-Front, der im Jahre 1000 als *Boschus Gargarida* erwähnt wird, enthält offenbar dasselbe Etymon wie lab. *garagarra*, soul. *ga:agarra* 'Weizen' und wäre als 'Weizenfeld' zu

schwerlich von Namen wie *Belistar* Bass. Pyr. zu trennen ist; in ihnen liegt gewiß das aus den iberischen Inschriften bekannte '*belex*' vor.

[1] Der Ort liegt, soweit die Generalstabskarten erkennen lassen, allerdings keineswegs im Tale, wohl aber in einer Talmulde (südlich von St. Maurice-de-Lignon) zwischen Höhen von 881 und 812 m.

deuten. Der Weiler *Vachèleries* (28), Gem. Saugues heißt 1282 noch *Mansus de Bachalaria*, 1327 *Bachalarias*. Das ist ein rein baskisches Wort: *bašalarria* 'pâturage sauvage', vgl. *la Bachelerrie* (Dordogne) s. u.

Mit einiger Sicherheit läßt sich in dem alten Namen des Dorfes *Charensac* (29), Gem. Brives-Charensac, das 1089 als *Iharanciacus* überliefert ist, eine Keltisierung eines alten iberischen Namens erkennen; im ersten Teile enthält der Name ein dem bask. lab. *ihara* (soul. *eihera*) 'Mühle' entsprechendes Etymon; von dem gleichen Stamme mag *Chirel* (30), Gem. le Puy und Taulhac, das 1089 als *Iheretum* urkundlich vorliegt, abgeleitet sein; entsprechende Namen — vielleicht lauteten einige der gerade in diesem Dep. zahlreichen '*Molendinum*' ähnlich — finden wir in den Bass. Pyr. *le moulin d'Ihærce* (Gem. La Bastide-Clairence an der Joyeuse), s. bei Luchaire, a. a. O. S. 185.

Das Dorf *Mandigoules* (31), südwestlich von Tence, als *Mendigolas* 1258 genannt, enthält im ersten Teile bask. *mendi* 'Berg' und ist nicht vom alten *Mendiculea* bei Ptolemäus (Humboldt IV, 118) zu trennen. Noch heute wird im Labourd mit *mẹndigọlua* ein 'kleines Plateau auf einem Berge' bezeichnet. Dem Namen einer Wüstung im Bez. von Desges *Godissare*, 1130 *locus de Galdissart* (ein *Prior de Goldissart* (32) wird 1476 erwähnt), 1588 *Gauldissard*, vergleichen wir ein bask. lab. *Goldissar* — so heißt nach der mündlichen Mitteilung eines Labourdiners eine der Spitzen der Montagne des trois couronnes über Sare = lab. *goldi* 'mousse' [soul. *o:oldịa*], guip. *goldio* 'mousse' Azk. + *izar* 'Spitze, Höhe'. Damit wäre der Schwund des intervokalischen r (lab. *goldia* ist aus *goroldia* zusammengezogen) schon in frühe Zeiten zurückdatiert.

Das gleiche Etymon '*izar*' 'Höhe, Spitze' (Azk. s. v. 4°) tritt uns in *Sarlanges* geradeaus nördlich von Retournac entgegen, das 986 als *Villa de Issarlangas* (32a) in einer Urkunde zu finden ist. Es ist deutlich '*izar* + *langa*' 'porte à claire-voie sur la hauteur' (guip. *langa* s. Azk.); der Ort liegt dicht bei einer Höhe von 630 m. Endlich sei nur noch aus der großen Anzahl iberisch klingender Namen der des Weilers *Salavert* (33), Gem. Bellevue-la-Montagne, Bez. Allègre, herausgegriffen, der 1345 als *Salavertz*, 1359 als *Salavert* bezeugt ist. Im Anschluß an Namen wie *Salaber* (Gem. Laguinge Bass. Pyr.), *Salaberria* (Gem. Villefranque Bass. Pyr.) werden wir auch hier als Grundlage ein *sala-berri*[1] 'château neuf' wiedererkennen dürfen.

[1] Die Erweichung des Anlautes im zweiten Bestandteile legt die Frage nahe, ob nicht einige der zahlreichen *Olivier* statt auf *olivarium* vielmehr auf ein *Oli-Uliverri* 'Neustadt' zurückgehen mögen (vgl. Dict. top. du Dép. de l'Hérault S. 136).

3. Dordogne.

Außer *Bigorre* weisen folgende Namen auf iberischen Ursprung: *Atur* (34), Bez. St. Pierre de Chignac, östlich von Périgueux, das im 13. Jahrhundert als *Astureu* und 1382 als *Asturio* urkundlich erscheint; es ist von den obenerwähnten Namen nicht zu trennen. Ein *Salavert* (vgl. o.) (34a) begegnet uns 4 km südwestlich von Sarlat. Sehr deutlich ist *Bigaroque* (Gem. Le Coux) (35), 1143 *Castrum de Begaroca*, 1206 als *Bigaroca* aus bask. *biga* + *arroka* 'zwei Felsen'. Auch *Larmandie* (36—41), das sechsmal in der Dordogne auftritt, ist gewiß einem bask. *larremendia* 'pâturage de la montagne' zu vergleichen; es ist der Name: 1. eines Hauses in Limeuil (36), 2. eines Weilers im Bez. Le Bugue b. Sarlat Gem. Mauzens, (37) 3. eines 'lieu dit' in der Gem. Pressignac, Bez. Lalinde (38), 4. eines Weilers bei Salon, Bez. Périgueux, (39), 5. eines 'lieu dit' bei Sainte-Alvère, Bez. Bergerac (ostnordöstlich davon) (40) und 6. eines zweigeteilten Ortes (*Haute Larmandie* und *Basse Larmandie*) im Bez. Savignac-Miremont, nahe bei der Quelle des Vern (41). Zu dem obenerwähnten Bachalarias (= 'pâturage sauvage') gehört *La Bachellerie* (42), östlich von Périgueux. Ein bask. *landagarria* (aus *landa* 'champ' + *garri* 'morceau de tronc d'arbre') d. h. 'Strunkfeld' könnte die Grundbedeutung sein von Namen wie *Landegeyrie* (43), Bez. Mortemar und wie *Bordaria de Landgaria* aus dem Cartulaire de Chancelade (Dict. Top. d. l. Dordogne S. 169), vgl. Namen wie *Landibar*, Bass. Pyr. 'Feld im Tale' usw. Damit sind die iberischen Namen der Dordogne nicht erschöpft. Wir finden im Suppl. des Dict. Top. S. 348 einen *Ruisseau de la Basque* (44) in dem Bez. Paunat, ebenfalls im Bez. Le Bugue, ein *Gubelaria* 1400 (45), heute *la Gubelarie* [?], Gem. Villamblard, Bez. Bergerac = *gibel* + *larria* 'le pâturage de derrière' u. a.

4. Corrèze.

Da das Dict. Top. de la Corrèze noch nicht erschienen ist, beschränken wir uns darauf, auf einen Namen hinzuweisen, der uns iberischer Herkunft zu sein scheint: *Biscaye* (46) bei Varets, im äußersten Westen des Departements. Er reiht sich jenem echt iberischen Namen *Bizkaya* an, der ja nach Azkue häufig als Bezeichnung nicht nur einzelner Teile, wie des Labourd, sondern des gesamten baskischen Landes gebraucht worden ist.

5. Cantal.

Die Namen eines Weilers in der Gem. Maurs *L'Asturgie* (47), 1771 *l'Astourgie*, eines *Mas de l'Astorgia* 1332 im Bez. Saint-Vincent,

heute *l'Astourgie* (48), endlich einer alten Mühle im Bez. Bredon, die 1598 als *lou molle d'Astorg* (Dict. Top. du Cantal S. 16) (49) erwähnt wird, gehören zu den obenerwähnten ähnlichen Namen.

Ein iberisches Grundwort scheint auch in *Boussaroque* (50), Gem. Sansac-Veinazès, Bez. Montsalvy zu stecken; es heißt 1668 *Bossarocque* und enthält gewiß '*bost arroka*' 'fünf Felsen' (vgl. *Bostmendi* 'fünf Berge' im Dep. Bass. Pyr.). Es ist ein altes Schloß, das den Namen trägt; aus der Generalstabskarte wird nicht ersichtlich, ob 'fünf Felsen' dort hervortreten. Auch *La Guarraldia* (51) (*garri* + *alde*) 1357, heute *La Caraldie* (Gem. St. Saury, Bez. Mamet) und *Mansus de Layraldia* (52) (*larre* + *alde*) 1482, heute eine Wüstung im Bez. Ytrac, deuten auf iberische Herkunft. Endlich möge noch ein Fall erörtert werden, wo die Ähnlichkeit mit baskischen Ortsnamen des Dep. Bass. Pyr. in die Augen fällt: Die 'domaine ruiné' *Las Brousaldies* (53), Gem. Glénat, Bez. Laroquebrou wird 1332 als *Affarium de las Boxaldias*, im 18. Jahrhundert als *Les Boucheyldies* bezeugt. Da haben wir ein buchstäbliches Analogon zu dem im baskischen Sprachgebiete liegenden *Botchaltia* (Gem. Tardets, Bass. Pyr.), das nichts anderes als '*l'endroit du rocher*' (Azk. *botše* 2° lieu rocailleux et accidenté) bedeuten kann.

Ein Überblick über die einzelnen Orte zeigt, daß sich iberische Namen nur innerhalb der iberischen Einflußzone, wie wir sie aus dem Wortmaterial gewonnen haben, vorfinden. Auch hier treffen wir auf Landschaften, in denen das iberische Element besonders kräftig erhalten ist; die Mitte des Dep. H^te Loire, der äußerste Nordwesten von Aude (Bez. Castelnaudary), der äußerste Südwesten von Cantal, der Bez. Le Bugue im Südosten der Dordogne.

So läßt sich eine absolute örtliche Übereinstimmung zwischen heute noch lebendem iberischen Wortmaterial und modernen, sichtbar auf iberische Herkunft zurückzuführenden Ortsnamen konstatieren.

IV.

Wenn wir so eine iberische Unterschicht aus rein sprachlichen Überbleibseln für den größeren Teil Südfrankreichs nachgewiesen oder mindestens doch höchst wahrscheinlich gemacht haben, so sind wir uns wohl bewußt, was für einschneidende Folgen für die Beurteilung südfranzösischer Sprachverhältnisse diese weite Hinausrückung der iberischen Sphäre verursachen kann. Aber auch die ganze baskisch-

romanische Lehnwörterfrage, die so außerordentlich verwickelte Probleme birgt, wird damit auf eine neue Basis gestellt. Dieses lockende Untersuchungsfeld, dem Schuchardt eine Anzahl seiner eindringenden Studien gewidmet hat, muß weiter durch eingehende Forschungen bearbeitet werden. Hier seien nur nach einer Richtung hin Probleme angedeutet.

Wer die große Reihe der romanischen Lehnwörter im Baskischen überblickt und wer sie in Beziehung setzt zu den geographisch zunächst liegenden, das baskische Sprachgebiet umfassenden romanischen Mundarten, also der gaskognisch-bearnischen Dialektgruppe, dem kann nicht entgehen, daß jene Lehnwörter sowohl nach äußerer Lautform wie nach dem Bedeutungsinhalte bisweilen eben nicht zu jenen nahegelegenen Mundarten passen, sondern zu viel weiter nach Nordosten abliegenden.

Ein baskisches *tšindil* 'lentille', das offenbar ein romanisches Lehnwort ist, zeigt im Anlaut ein *tš-*, das nach dem Atlas zu urteilen gerade nicht den heute das Baskische umgebenden bearnischen usw. Mundarten eigentümlich ist, denn dort erscheint (K. 758) durchweg *lãntilo*. Dagegen haben nun gerade jene weiter abliegenden Mundarten des Lot und Lot-et-Gar. anlaut. *ts-* (*tsentilo*) u. ä., vgl. P. 638 [Lot-et-Gar.] und P. 619, 720, 713, 712, *dzẽntiłu* P. 618, sämtlich in Lot. Schuchardt berührt dieses merkwürdige Verhalten Zt. f. roman. Phil. 30, 213, 214 und sagt dort: »das Baskische läßt vermuten, daß einst auch dem Bearnischen diese eigentümliche Vertretung des *l-* nicht fremd war«. Aber liegt es da nicht viel näher zu vermuten, daß *tšindil* die Form war, in der das Wort von den iberischen Stämmen aus jenen heute noch iberisch erblich belasteten Mundarten der Lot- und Garonnenbezirke aufgenommen wurde und daß diese Stämme, die die Linsenkultur vielleicht dort kennenlernten, den Ausdruck bei ihrem Rückfluten in die Berggebiete mitnahmen und bewahrten? Die Erörterung der geographischen Verteilung romanischer Lehnwörter des Baskischen und der entsprechenden Typen in zentraleren Teilen Südfrankreichs würde eine Anzahl Nebenfragen aufrollen und hier über unser Ziel hinausführen.

Jedenfalls bleibt das Baskische wohl der köstlichste Speicher romanischen Lehngutes, das, den wechselnden Geschicken Frankreichs zeitig entführt, im pyrenäischen Berggarten Aufnahme fand und dort ungefährdet Jahrhunderte überlebte.

Liste der besprochenen Ortsnamen.

Tafelerklärung.

Karte I: Die blauen Zeichen stellen vereinzelt auftretende iberische Typen dar; die roten sowohl solche, die nur auf katalanischem Gebiete erscheinen, wie solche, die sich über das languedokische bis ins limousinische Gebiet ausdehnen, also im wesentlichen nach Norden und Westen deuten. Die grünen Zeichen umfassen solche Typen, die über aquitanisches Gebiet nach dem Osten zu bis ins Dep. H^{te} Loire und Gard reichen.

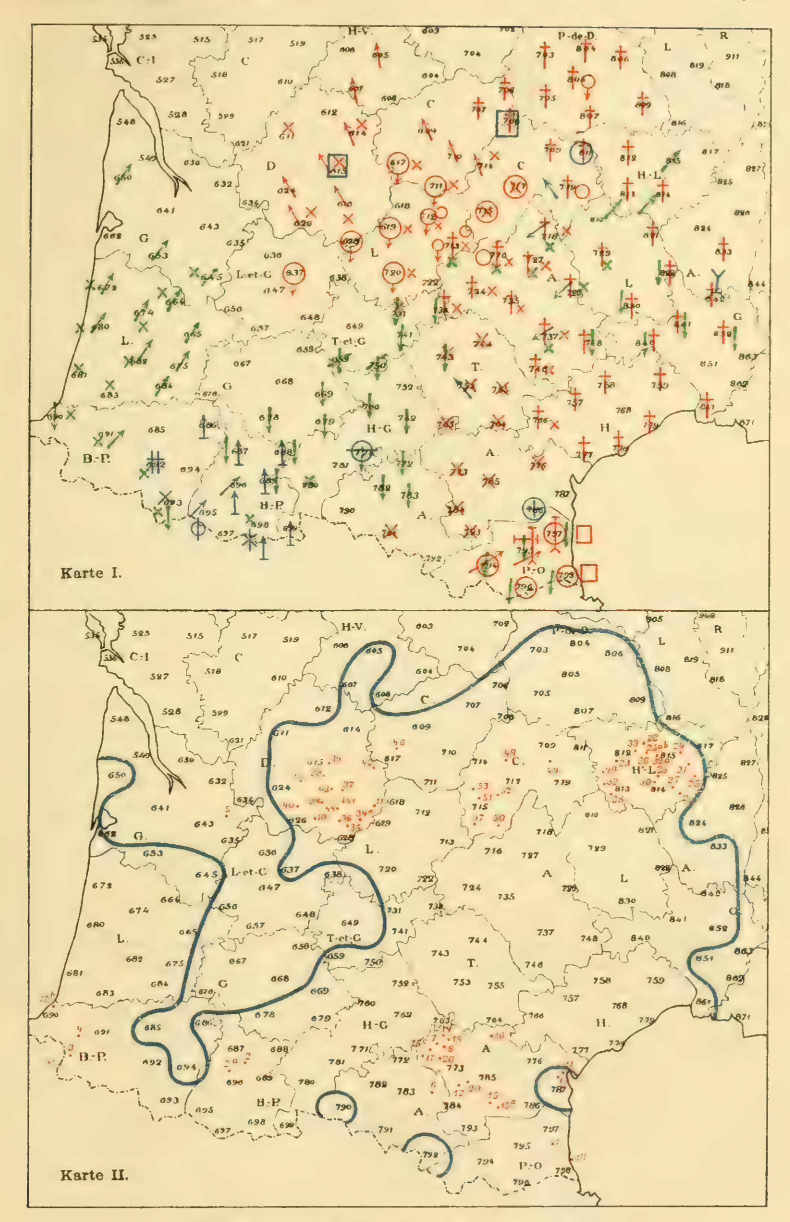
blau × gau-ainhęra, 'chauve-souris'
" + saligot 'petit lait'
" ⸸ haȓ 'soûl'
" ⧧ amurro 'onglée'
" ⅄ šimyę 'osier'
" O estuši 'tousser'
" □ sigalo 'rainette'
" ✳ gurop 'petit lait'
" ⥉ mandorro 'pomme de terre'
" Φ garok 'rocher'
" ⊖ ešanko 'béquille'
" ⌶ mãndjyopęro 'hanneton'
" ⸸ osuka 'meurtrir'

rot × garits 'chêne'
" † gaspo 'petit lait'
" ⫰ ander 'coquelicot'
" ⅄ tsalapi, tsolotsu 'rougeole'
" O esker 'gauche'
" □ sergantana 'lézard'
" H pustiluna 'argile'
" ⸸ pędrǫ 'grêle'
" ⊼ askaros 'béquille'

grün × pegarra usw. 'cruche, jatte'
" ⸸ tšori 'moineau'
" ↓ ar-ur- 'chenille'

Karte II: Die blaue Linie faßt alle jene Gebiete zusammen, innerhalb deren iberische Reste im Wortschatz aufgezeigt wurden; die roten Punkte sind iberische Ortsnamen; die Zahlen deuten auf entsprechende im Texte der Arbeit.

Ausgegeben am 6. September.



H. Urtel: Zum Iberischen in Südfrankreich.



1917.
XXXVIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Rubens las über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertzsche Wellen.

Nach einer Interferenzmethode wurden die Brechungsexponenten von 5 Kristallen und 7 amorphen Körpern, meist Jenaer Gläsern, für Strahlen von der Wellenlänge 5.7 cm ermittelt und die erhaltenen Werte mit den Ergebnissen früherer optischer Messungen im äußersten ultraroten Spektrum sowie mit den Werten verglichen, welche für die Dielektrizitätskonstanten der gleichen Stoffe bei Anwendung Hertzscher Wellen von 10 cm Länge beobachtet worden sind. Auch die neuen Versuche bestätigen die Tatsache, daß die untersuchten festen Körper im Gebiete der Hertzschen Wellen keine merkliche Dispersion aufweisen.

Über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertzsche Wellen.

Von H. Rubens.

In zwei früheren Abhandlungen[1] wurde der Nachweis erbracht, daß das Reflexionsvermögen von 20 Kristallen und 14 amorphen Körpern für die langwellige Strahlung des Quecksilberdampfes von 0.3 mm Wellenlänge sich nur noch wenig von dem Werte unterscheidet, welcher sich aus der Dielektrizitätskonstanten dieser Stoffe für 10 m lange Hertzsche Wellen berechnen läßt. Im Anschluß an diese Beobachtungen hat Hr. Robert Jaeger[2] gezeigt, daß die Dielektrizitätskonstante der hier untersuchten festen Körper auch im weiteren Verlaufe des langwelligen Spektrums keine erkennbare Änderung erleidet. Er verglich die Dielektrizitätskonstante der genannten Stoffe für die Schwingungszahlen $\nu = 3 \times 10^7$, $\nu = 10^7$, $\nu = 10^6$, $\nu = 10^5$ und $\nu = 250$, ohne daß es ihm möglich war, innerhalb dieses weiten Spektralbereichs sichere Anzeichen von normaler oder anomaler Dispersion bei diesen Substanzen festzustellen.

Zur Vervollständigung dieser Gruppe von Untersuchungen erschien es wünschenswert, Messungen der Dielektrizitätskonstanten auch in dem ausgedehnten Spektralgebiet vorzunehmen, welches sich von der langwelligen Quecksilberdampfstrahlung von 0.3 mm Wellenlänge bis zu den früher von mir verwendeten 10 m langen Hertzschen Wellen erstreckt und etwa 15 Oktaven umfaßt. Für einige der untersuchten Stoffe liegen allerdings derartige Beobachtungen bereits vor, welche von den HH. K. Löwe[3] und W. Schmidt[4] nach einer der Drudeschen verwandten Methode mit 75 cm langen Wellen angestellt worden sind. Die Ergebnisse dieser Messungen stimmen, soweit sie die Kristalle betreffen, mit meinen für längere Wellen erhaltenen Werten gut überein,

[1] H. Rubens, Diese Berichte S. 4, 1915 und S. 1280, 1916.

[2] Robert Jaeger, Dissertation, Berlin 1917.

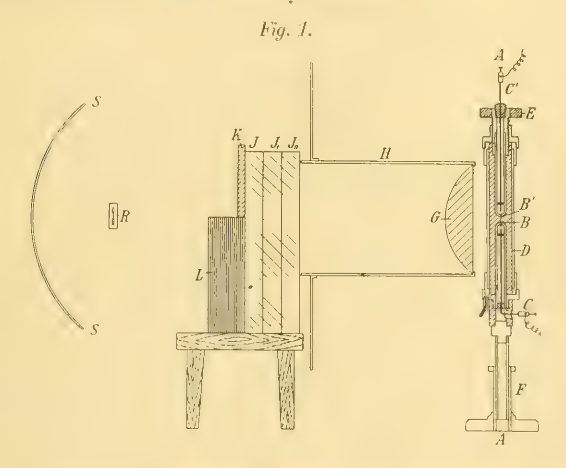
[3] K. F. Löwe, Wied. Ann. 66, S. 390, 1898.

[4] W. Schmidt, Ann. d. Phys. 9, S. 919, 1902 und 11, S. 114, 1903.

doch zeigen die von Hrn. Löwe untersuchten Gläser etwas andere Dielektrizitätskonstanten, als sie sich nach meinen und Hrn. Jaegers Messungen ergeben haben. Da indessen diese Differenzen möglicherweise auf Verschiedenheiten der Glassorten zurückzuführen sind, so kann hieraus noch nicht auf das Vorhandensein von Dispersion im Gebiete der Hertzschen Wellen geschlossen werden.

Ich habe, um die genannte Lücke auszufüllen, an zwölf der früher von mir untersuchten Stoffen Messungen des Brechungsexponenten für eine Strahlung von der Wellenlänge 5.7 cm (Schwingungszahl $\nu = 5.2 \times 10^9$) ausgeführt, welche zwischen den langwelligen Quecksilberdampfstrahlung ($\nu = 10^{12}$) und der damals verwendeten 10 m langen Hertzschen Wellen ($\nu = 3 \times 10^7$) angenähert in der Mitte liegt, wenn man, wie üblich, das Spektrum nach gleichmäßig fortschreitenden Logarithmen der Wellenlängen aufträgt.

Fig. 1.



Zur Bestimmung des Brechungsexponenten wurde eine Interferenzmethode gewählt, welche es gestattete, dieselben Platten zu verwenden, die früher zur Messung des Reflexionsvermögens und der Dielektrizitätskonstanten gedient hatten. Das zur Anwendung gebrachte Verfahren ist ein indirektes und beruht auf dem Vergleich des Brechungsexponenten der zu untersuchenden Platte mit demjenigen einer Normalsubstanz. Das Verfahren kann als eine abgeänderte Form einer früher von mir angegebenen Interferenzmethode[1] bezeichnet werden. Die Versuchsanordnung ist in Fig. 1 dargestellt.

[1] H. Rubens, Zeitschr. f. d. physikal. und chem. Unterricht, S. 239, 1897.

A bedeutet einen Righischen Erreger, welcher Hertzsche Wellen von 5.7 cm Länge liefert. Er besteht aus einem durch aufgeschraubte Messingkappen verschlossenen Glaszylinder *D* von etwa 20 cm Länge und 3 cm lichter Weite, in welchen zwei 12 mm weite Glasröhren hineinragen, die dem eigentlichen Oszillator als Träger dienen. Dieser wird von zwei Platinstäbchen *B* und *B'* von je 7 mm Länge und 2 mm Dicke gebildet, welche in die einander zugekehrten Enden der Glasröhrchen eingeschmolzen sind. Die elektrische Energie liefert ein kleines Induktorium mit Deprez-Unterbrecher. Die Zuführung der elektrischen Ladung geschieht durch zwei Messingdrähte *C* und *C''*, welche bis dicht an die beiden Hälften des Oszillators herangeführt sind, so daß dort kleine Luftfunken entstehen. Der Glaszylinder *D* ist mit Xylol gefüllt. Der oszillierende Funke geht also in dieser Flüssigkeit über. Eine Schraube mit kleiner Ganghöhe und großem Trommelkopf *E* aus Hartgummi ermöglicht die Feinverstellung der wirksamen Funkenstrecke. Der Messingfuß *F* gestattet eine Verschiebung des Oszillators in vertikaler Richtung.

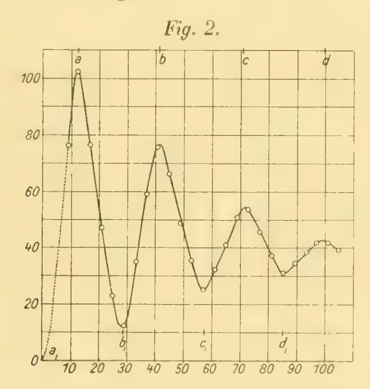
Unmittelbar vor dem Erreger steht eine Plankonvexlinse *G* aus Glas von 9 cm Durchmesser und kurzer Brennweite, welche die von dem Oszillator ausgehende Strahlung parallel macht. Die Linse bildet den Abschluß eines 12 cm langen Messingrohrs *H*, durch welches die Strahlung hindurchgeht und dann drei Spiegelglasplatten von je 16 mm Dicke JJ_1 und J_2 durchdringt. Außerdem durchsetzen Teile der Strahlung noch gewisse vorgelagerte Platten *L* bzw. *K*, dann wird die gesamte Strahlung mit Hilfe des Hohlspiegels *S* auf den Empfänger *R* geworfen. Dieser besteht aus zwei je 4 mm langen, $2^1/_2$ mm breiten Kupferblechstreifen, welche nach Hrn. Klemenčičs Angaben[1] durch ein Eisen-Konstantan-Thermoelement aus 0.02 mm dicken Drähten miteinander verbunden sind. Der Empfänger ist in einem kleinen Elfenbeinbüchschen von $2^1/_2$ cm Durchmesser und 0.5 mm Wandstärke untergebracht. Ein Hartmann-Braunsches Drehspulengalvanometer von 5 Ohm Widerstand lieferte bei 7 m Skalenabstand genügende Empfindlichkeit für die Messung der Thermoströme, welchen die Intensität der auffallenden Strahlung proportional ist.

Zunächst wurde die Wellenlänge der erzeugten Strahlung gemessen. Es geschah dies durch Beobachtung stehender Wellen an einer senkrecht reflektierenden Wand. Zu diesem Zweck wurden die Platten $J, J_{\prime}$ $J_{\prime\prime}$ *K* und *L* aus dem Strahlengang entfernt und der Hohlspiegel *S* durch eine zum Strahlengang senkrechte, ebene Messingplatte ersetzt, welche auf einer optischen Bank in Richtung ihrer Normalen um genau meßbare Beträge vor- und rückwärts bewegt werden konnte. Die Versuchsreihe wurde in der Weise ausgeführt, daß die reflektierende Platte

[1] J. Klemenčič, Wied. Ann. 42, S. 416, 1891.

zuerst dicht an R herangeschoben und dann in stetig wachsende Entfernung gebracht wurde. In jeder Stellung der Platte wurde die von R aufgenommene Strahlungsintensität durch mehrere Ausschlagsmessungen festgestellt. Dann wurde die Versuchsreihe in umgekehrter Reihenfolge wiederholt, um etwa eingetretene Änderungen der Strahlungsintensität des Oszillators hervortreten zu lassen. In Fig. 2 ist die graphische Darstellung einer solchen Versuchsreihe wiedergegeben. Als Abszissen sind die Abstände der reflektierenden Platte von dem Primärleiter, als Ordinaten die beobachteten Ausschlagsmittel aufgetragen. In unmittelbarer Nähe des Primärleiters ließen sich keine Messungen anstellen. Der punktierte Teil der Kurve ist also nicht beobachtet, sondern extrapoliert. Es wurden vier Maxima und drei Minima beobachtet, zu welchen letzteren noch ein viertes, hypothetisches bei dem Abstande null hinzuzurechnen ist. Die Lage der Maxima und Minima ist im folgenden zusammengestellt:

Fig. 2.



Maxima				Minima			
a	bei	13.0	mm	a_1	bei	0	mm
b	»	41.6	»	b_1	»	28.4	»
c	»	71.3	»	c_1	»	57.2	»
d	»	99.7	»	d_1	»	85.1	»

Die gleichmäßige Verwertung dieser acht Punkte ergab als wahrscheinlichsten Wert für die Wellenlänge der untersuchten Strahlung $\lambda = 57.6$ mm. Unter Berücksichtigung zweier gleichartiger, hier im einzelnen nicht mitgeteilter Versuchsreihen, welche die Werte 56.7 mm und 57.2 mm ergeben hatten, ist die Wellenlänge der Strahlung in Luft zu 57.2 mm angenommen worden.

Wie bereits oben erwähnt wurde, diente zur Messung des Brechungsexponenten der untersuchten Stoffe eine indirekte Methode.

welche die Kenntnis dieser Konstanten für eine in größeren Mengen vorhandene Normalsubstanz zur Voraussetzung hat. Als Normalsubstanz wurde eine Glassorte gewählt, aus welcher photographische Platten hergestellt werden. Von diesen Platten waren im Physikalischen Institut große Mengen in entwickeltem Zustande (Format 9 × 12 cm) vorhanden.

Nach Ablösen der photographischen Schicht wurde eine größere Zahl möglichst ebener, nahezu gleich dicker Platten aus derselben Glassorte ausgewählt, die Platten fortlaufend numeriert und die Dicke jeder einzelnen Platte gemessen. Dann wurde der Brechungsexponent dieser Glassorte, welche im folgenden stets als »Meßglas« bezeichnet ist, nach zwei verschiedenen Methoden für die verwendeten elektrischen Wellen gemessen. Die eine dieser Methoden ist die bereits früher von mir beschriebene. Die entsprechende Versuchsanordnung ergibt sich unmittelbar aus Fig. 1, wenn man sich die Platte K aus dem Strahlengang entfernt denkt.

Zur Messung des Brechungsindex wird dann folgendermaßen verfahren. Die Meßglasplatten L werden, von Null beginnend, in stetig wachsender Zahl in die untere Querschnittshälfte des Strahlenganges eingeführt, und jedesmal wird die zugehörige Intensität der Strahlung gemessen. Durch Einführen der Platten wird das Strahlenbündel in zwei Hälften geteilt, welche einen Gangunterschied von der Größe $\sigma = (n_1 - 1)d_1$ besitzen, wenn d_1 die Dicke, n_1 der Brechungsexponent der eingeschalteten Glasschicht ist. Ist σ gleich 0 oder einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge λ, so treten Intensitätsmaxima auf.

Fig. 3.



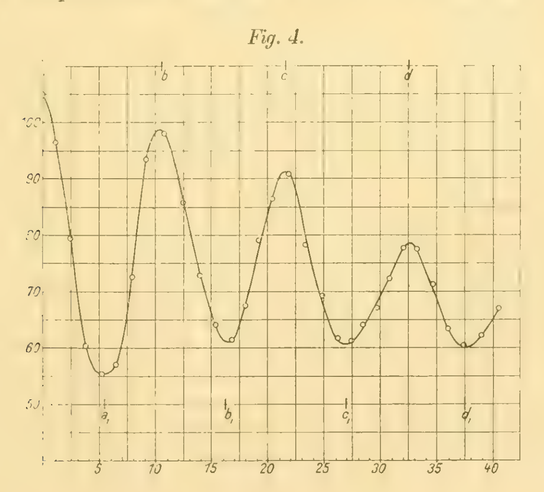
Minima werden dagegen beobachtet, wenn σ einem ungeradzahligen Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ gleich ist. Eine solche Versuchsreihe ist in Fig. 3 graphisch dargestellt.

Die Kurve gibt die Ausschläge als Funktion der eingeschalteten Meßglasdicke wieder. Maxima sind bei $d_1 = 0$ und bei $d_1 = 35.5$ mm, Minima dagegen bei $d_1 = 18.0$ und 53.8 mm vorhanden. Hieraus und aus der bekannten Wellenlänge der Strahlung in Luft ($\lambda = 57.2$ mm) berechnet sich der Brechungsexponent der Meßglassorte zu

$$n_1 = 1 + \frac{57.2}{35.65} = 2.606\,.$$

Die zweite Methode beruhte auf der Erzeugung und Messung der Newtonschen Interferenzen. Zu diesem Zweck wurden zunächst sämtliche Glasplatten (auch $J J_1 J_2$) aus dem Strahlengange entfernt und die Intensität der Strahlung gemessen, dann wurden die Meßglasplatten in immer wachsender Zahl in den Strahlengang derart eingeschaltet, daß sie die ganze Öffnung des Rohres II bedeckten und stets die entsprechende Strahlungsintensität durch Messung mehrerer Ausschläge beobachtet. Dabei war besonders darauf zu achten, daß die Platten sorgfältig gereinigt und mit Hilfe zweier Schraubzwingen gut aufeinandergepreßt waren, damit keine Luftschichten von nennenswerter Dicke zwischen den Glasplatten entstanden. Daß diese Bedingung hinreichend erfüllt war, wurde dadurch erkannt, daß die gemessene Dicke des gesamten Glasplattensatzes mit der Summe der Dicken der einzelnen

Fig. 4.



Glasplatten bis auf etwa $^1/_3$ Prozent übereinstimmte. Schwankungen in der Intensität des Erregers wurden dadurch eliminiert, daß abwechselnd mit und ohne Glasplatten im Strahlengang beobachtet wurde. Trägt man die auf konstante Strahlungsintensität des Erregers reduzierten Ausschläge in ihrer Abhängigkeit von der eingeschalteten Meßglasdicke auf, so erhält man eine Kurve, welche in Fig. 4 zur Anschauung gebracht ist.

Als Abszissen sind hier wie in Fig. 3 die eingeschalteten Meßglasdicken, als Ordinaten die beobachteten Ausschläge aufgetragen. Maxima und Minima zeigt die Kurve bei folgenden Glasdicken:

Maxima	Minima
a bei 0 mm	a_1 bei 5.4 mm
b » 10.7 »	b_1 » 16.2 »
c » 21.7 »	c_1 » 27.0 »
d » 32.7 »	d_1 » 37.5 »

Der wahrscheinlichste Wert für die Wellenlänge in Glas berechnet sich hieraus zu $\lambda' = 21.74$ mm und der Brechungsexponent der Glassorte zu $n_1 = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{57.2}{21.74} = 2.630$. Zwei andere Versuchsreihen gleicher Art lieferten hiermit gut übereinstimmende Werte. Als Mittelwert für den Brechungsexponenten der benutzten Meßglassorte wurde schließlich der Wert $n_1 = 2.620$ gewählt.

Es bleibt noch zu erwähnen, aus welchem Grunde bei der ersten hier beschriebenen Methode die drei 16 mm dicken, die ganze Öffnung des Rohres II bedeckenden Spiegelglasplatten J J_1 J_2 dauernd in den Strahlengang eingeschaltet waren. Dies ist geschehen, um das Auftreten Newtonscher Interferenzen in den Meßglasplatten zu vermeiden. Wie man aus Fig. 4 ersehen kann, sind infolge der Dämpfung der Schwingungen bei einer Schichtdicke von 40 mm Glas die beobachteten Newtonschen Interferenzen nur noch schwach ausgeprägt, und es ist anzunehmen, daß sie bei einer Schichtdicke von 48 mm und darüber den Verlauf der Interferenzkurve in Fig. 3 nicht mehr merklich beeinflussen. Daß an der Grenze zwischen den Spiegelglasplatten J und den Meßglasplatten L eine Reflexion eintreten könnte, welche zu Newtonschen Interferenzen Veranlassung gibt, ist wegen der angenäherten Gleichheit der Dielektrizitätskonstanten beider Materialien nicht zu befürchten[1].

Dagegen ließ sich eine andere, bei der ersten Methode und ebenso bei den im folgenden beschriebenen Messungen auftretende Fehler-

[1] Daß die Dielektrizitätskonstanten beider Glassorten nahezu übereinstimmen, ergibt sich mit genügender Sicherheit aus der Tatsache, daß die Reflexionsvermögen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung nur um 0.7 Prozent verschieden sind.

quelle nicht vollständig beseitigen. Bedeckt man nämlich nach Einschalten der Platten J J_1 J_2 die untere Hälfte des Strahlenganges durch eine planparallele Schicht eines Mediums von dem Brechungsexponenten n_1 und der Dicke d_1, so interferieren nicht nur die beiden Strahlenbündel, deren Gangunterschied $\sigma = (n_1 - 1)\, d_1$ ist (Hauptstrahlenbündel), sondern es kommt durch wiederholte Spiegelung an der Vorder- und Rückfläche beider Glasschichten eine unendliche Reihe von interferenzfähigen Strahlenbündelpaaren hinzu, deren Gangunterschiede $(3\, n_1 - 1)\, d_1$, $(5\, n_1 - 1)\, d_1$ usf. beträgt. Von diesen Strahlenbündeln kommt indessen nur das erste Paar in Betracht, da die Intensität der übrigen zu gering ist. Auch kann dieses erste Paar nur unter sich, aber nicht etwa mit den Hauptstrahlenbündeln interferieren, weil der Gangunterschied diesen letzteren gegenüber wegen der erheblichen Dicke der Platten J J_1 J_2 in Anbetracht der Strahlendämpfung viel zu groß ist. Bedenkt man ferner, daß die Intensität dieses Strahlenbündelpaares infolge der doppelten Spiegelung nur $\frac{1}{25}$ von derjenigen der Hauptstrahlen beträgt, so erscheint die Annahme berechtigt, daß wesentliche Störungen der Interferenzkurve durch jenes Strahlenbündelpaar nicht herbeigeführt werden. Immerhin können einige bei der Aufnahme dieser Kurven mit Sicherheit beobachtete Verbiegungen und Asymmetrien von der Wirkung dieser zweimal reflektierten Strahlen herrühren.

Wir wenden uns nunmehr zur Messung des Brechungsexponenten der zu untersuchenden Stoffe. Als solche wurden fünf Kristalle und fünf Gläser[1] mit möglichst verschiedenen optischen Eigenschaften sowie natürlicher Hartgummi gewählt. Aus jedem dieser Materialien war eine angenähert planparallele, rechteckige Platte von 5 bis 17 mm Dicke vorhanden. Aber nur die Platten aus Flußspat, Marmor, Sylvin und Ebonit waren groß genug, um die Hälfte des Rohres H vollkommen zu bedecken. Bei allen übrigen Materialien standen nur kleinere Platten von etwa 5 × 6 cm Grundfläche zur Verfügung, welche die Einführung einer vor dem Rohrende anzubringenden Blende von passender Größe notwendig machten. Hierzu diente ein 0.3 mm dickes Aluminiumblech, in welches eine rechteckige Öffnung von 8 cm Höhe und 5 cm Breite eingeschnitten war. Durch die Einführung dieser Blende wurden die Ausschläge auf etwa die Hälfte verringert, aber die Form der Kurven und die Lage der Minima blieb

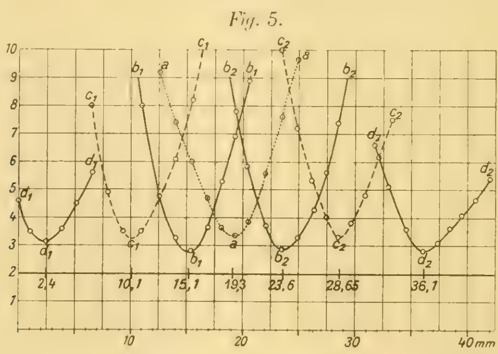
[1] Über die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften der untersuchten Gläser, welche sämtlich von dem Glaswerk Schott u. Gen. in Jena geliefert worden sind, siehe diese Berichte S. 1284, 1916.

merklich ungeändert[1]. Die benutzte Versuchsanordnung ist aus Fig. 1 ersichtlich. K bedeutet darin die Platte aus dem zu untersuchenden Material. Dieselbe wurde über den Meßglasplatten L derart angeordnet, daß die obere Hälfte des Strahlenbündels durch $J\,J_1\,J_2$ und K, die untere durch $J\,J_1\,J_2$ und L hindurchging. Dann wurden die Ausschläge des Thermoelements in ihrer Abhängigkeit von der Dicke der eingeschalteten Meßglasschicht in gleicher Weise wie in Fig. 3 aufgenommen. Die betreffende Kurve zeigte gegenüber der in Fig. 3 dargestellten eine konstante Verschiebung δ_2. Nach dieser Versuchsreihe wurde eine zweite ausgeführt, bei welcher die zu untersuchende Platte K ebenso wie die Meßglasplatten L sich in der unteren Hälfte des Strahlenganges befanden. Die jetzt beobachtete Kurve, welche die Ausschläge als Funktion der eingeschalteten Meßglasdicke darstellt, war von der vorher aufgenommenen dadurch unterschieden, daß die Verschiebung der Maxima und Minima (δ_1) nunmehr nach der entgegengesetzten Seite eintrat. Aus beiden Verschiebungen δ_1 und δ_2 wurde dann der Mittelwert δ gebildet und mit Hilfe der Formel

$$(n-1)\,d = (n_1-1)\,\delta \quad \text{oder} \quad n = 1 + (n_1-1)\,\frac{\delta}{d}$$

der Brechungsexponent n der untersuchten Platte von der Dicke d berechnet. Da unter den singulären Punkten der Interferenzkurven stets das erste mit a_1 bezeichnete Minimum (s. Fig. 3) bei weitem am schärfsten ausgeprägt war, so wurde bei den endgültigen Messungen auf die Aufnahme der vollständigen Kurven verzichtet und die Beobachtungen auf die Bestimmung der Lage des ersten Minimums beschränkt.

Fig. 5.



[1] Von dem schweren Silikatflint O. 255 war nur eine Platte von 4.3 × 4.5 cm Größe vorhanden. Bei der Untersuchung dieser Glassorte mußte die Breite des Diaphragmas auf 4 cm verringert werden, dennoch waren die Interferenzkurven von großer Regelmäßigkeit und die Minima scharf ausgeprägt.

In den Kurven der Fig. 5 werden die Ergebnisse solcher Messungen an einigen Beispielen erläutert. Als Abszissen sind, wie in Fig. 3 die eingeschalteten Meßglasdicken, als Ordinaten die beobachteten Galvanometerausschläge aufgetragen. Die mit a bezeichnete mittlere Kurve gibt die Lage des ersten Minimums der Interferenzkurve (a, Fig. 3) wieder, wenn sich in der oberen Hälfte des Strahlenbündels (außer den eingeschalteten Hilfsplatten JJ_1J_2) nur eine einzige Meßglasplatte von 1.30 mm Dicke befand[1]. Die Kurven b_1 und b_2 zeigen die Lage dieses Minimums an, wenn außerdem unten, bzw. oben eine 5.02 mm dicke Platte aus Fluorkron (O. 7185) eingeschaltet ist. Wird die Fluorkronplatte durch eine 4.99 mm dicke Platte aus schwerstem Silikatflint (S. 461) ersetzt, so erhält man die mit c_1 und c_2 bezeichneten Kurven. Die Kurven d_1 und d_2 endlich beziehen sich auf die Einschaltung einer 17.14 mm dicken Flußspatplatte vor der unteren bzw. oberen Rohrhälfte. Derartige Versuchsreihen wurden für jede der untersuchten Platten mehrfach angestellt. Die Mittelwerte der beobachteten Verschiebungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bevor wir jedoch die Ergebnisse der Messung näher ins Auge fassen, soll noch eine Fehlerquelle erwähnt werden, welche daher rührt, daß sowohl an der Grenzfläche zwischen der zu untersuchenden Platte K und der Hilfsplatte JJ_1J_2, als auch zwischen K und den Meßglasplatten Reflexionen auftreten, durch welche die Zahl der interferenzfähigen Strahlenbündel noch erhöht wird. Zweifellos können derartige Interferenzen die Form der beobachteten Kurven beeinflussen und auch die Lage des Minimums verschieben. Indessen ist auch hier zu bedenken, daß das Reflexionsvermögen an den genannten Grenzflächen bei den untersuchten Substanzen im allgemeinen äußerst klein ist und nur in zwei Fällen mehr als 1.5 Prozent beträgt, nämlich 4.0 Prozent bei dem schwersten Silikatflint und 5.2 Prozent bei dem Ebonit. Immerhin können bei der Messung des Brechungsexponenten dieser Substanzen etwas größere Fehler vorgekommen sein als bei den übrigen Stoffen.

Die Bedeutung der ersten sieben Spalten der nachstehenden Tabelle, welche die Ergebnisse aller Beobachtungen enthält, ist nach dem Vorausgehenden leicht verständlich. In der ersten Spalte sind die untersuchten Substanzen aufgeführt, die zweite enthält die Dicke d der verwendeten Platten K, die dritte, vierte und fünfte die Verschiebungen δ_1, δ_2 und $\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ des ersten Minimums der Interferenz-

[1] Diese Meßglasplatte wurde in die obere Hälfte des Strahlenbündels eingeführt und dauernd darin belassen, um die Aufnahme der Kurve d_1 (Fig. 5) zu ermöglichen, deren Minimum sonst unmittelbar an den Rand der Zeichnung gerückt wäre.

Substanz	Schichtdicke d in mm	Äquivalente Meßglasdicke δ in mm δ_1	δ_2	$\frac{\delta_1+\delta_2}{2}$	Brechungsexponent n $\nu=5\times10^9$	n^2 $\nu=5\times10^9$ $\lambda=5.7$ cm	n^2 $\nu=3\times10^7$ $\lambda=10$ m	n^2 $\nu=10^{12}$ $\lambda=0.3$ mm
Quarz, ord. Str.	10.96	7.50	7.36	7.43	2.10	4.41	4.44	4.44
Sylvin	9.50	6.79	6.90	6.85	2.17	4.71	4.70	4.80
Steinsalz	11.28	9.92	9.61	9.77	2.40	5.76	5.82	6.10
Flußspat	17.14	16.85	17.00	16.93	2.60	6.76	6.82	6.81
Marmor	9.84	11.50	11.67	11.58	2.905	8.44	8.22	8.76
Fluorkron (O. 7185)	5.02	4.19	4.32	4.26	2.375	5.64	5.78	5.54
Phosphatkron (S. 367)	5.005	4.64	4.65	4.65	2.51	6.28	6.40	6.17
Gew. Flint (O. 118)	6.00	6.26	6.38	6.32	2.71	7.33	7.42	7.37
Schweres Flint (O. 255)	10.04	12.78	13.12	12.95	3.09	9.55	9.98	9.41
Schwerstes Flint (S. 461)	4.99	8.96	9.21	9.09	3.95	15.6	16.1	15.6
Ebonit (natürl.)	10.00	4.09	3.80	3.95	1.64	2.69	2.74	2.61
Meßglas	—	—	—	—	2.62	6.86	6.91	6.60

kurven. Diese Verschiebungen δ sind in der Tabelle als äquivalente Meßglasdicken bezeichnet. Die in der sechsten Spalte angegebenen Brechungsexponenten n sind nach der Formel

$$n = 1 + \frac{\delta}{d} \cdot 1.62$$

berechnet. In der siebenten Spalte ist n^2, die Dielektrizitätskonstante für $\nu = 5.25 \times 10^9$, aufgeführt. Daneben ist die früher erhaltene Dielektrizitätskonstante für 10 m lange Hertzsche Wellen[1] ($\nu = 3 \times 10^7$) und in der letzten Spalte das Quadrat des Brechungsexponenten angegeben, welcher sich aus dem Reflexionsvermögen der untersuchten Substanzen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung ($\lambda = 0.3$ mm, $\nu = 10^{12}$) bei Vernachlässigung der Absorption berechnen läßt.[2]

Man sieht, daß die drei Zahlenreihen im allgemeinen recht gut miteinander übereinstimmen. Daß dies auch für die optisch gemessenen Dielektrizitätskonstanten der letzten Spalte der Fall ist, hängt allerdings mit dem Umstande zusammen, daß sich unter den hier untersuchten Substanzen keine mit besonders langwelligen Absorptionsgebieten, wie Thalliumjodür und Bromsilber, befinden. In

[1] Die Dielektrizitätskonstante von Sylvin wurde nach der Lecherschen Methode für 10 m lange Wellen zu 4.70 neu bestimmt. W. Schmidt hatte für 75 cm lange Wellen den Wert 4.75 erhalten. Beide Zahlen sind in befriedigender Übereinstimmung.

[2] Für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung zeigen die Gläser in Schichtdicken von einigen Zehntelmillimetern wieder merkliche Durchlässigkeit. Der Einfluß des Extinktionskoeffizienten auf das Reflexionsvermögen ist hier also sehr gering. Für 5.7 cm lange Hertzsche Wellen konnte bei keinem der untersuchten Gläser Absorption nachgewiesen werden.

vielen Fällen ist zweifellos auch jenseits 300 μ noch eine merkliche Dispersion vorhanden. Dagegen ist das Bestehen von Dispersion in dem Spektralgebiet zwischen den Schwingungszahlen $\nu = 5 \times 10^9$ und $\nu = 3 \times 10^7$ aus theoretischen Gründen unwahrscheinlich und wird auch durch die vorliegenden Versuche nicht bestätigt. Die Differenzen, welche zwischen den Zahlen der siebenten und achten Spalte bestehen, sind höchst wahrscheinlich auf Beobachtungsfehler zurückzuführen. Diese Unterschiede erreichen nur in zwei Fällen annähernd 4 Prozent, die durchschnittliche Differenz beträgt weniger als 2 Prozent, was durchaus innerhalb der Fehlergrenzen beider Methoden liegt. Im allgemeinen ergeben sich die beobachteten Werte der Dielektrizitätskonstanten für die höhere Schwingungszahl $\nu = 5 \times 10^9$ etwas kleiner. Für die schweren Flintgläser mit hohen Dielektrizitätskonstanten, für welche beide Methoden weniger genau sind, ist, wie zu erwarten war, der Unterschied am größten.

Die in der letzten Horizontalreihe der Tabelle angegebenen Zahlen beziehen sich auf die beobachteten Konstanten des Meßglases. Das Reflexionsvermögen dieser Glassorte für die langwellige Strahlung des Auerstrumpfs und der Quecksilberlampe wurde in der früher beschriebenen Weise zu 18.6 bzw. 19.1 Prozent gemessen und hieraus das Reflexionsvermögen für die gereinigte Quecksilberdampfstrahlung zu 19.3 Prozent berechnet[1]. Der hieraus sich ergebende Brechungsexponent ist $n_1 = 2.57$, also $n_1^2 = 6.60$. Auch die Dielektrizitätskonstante der Glassorte für 10 m lange Wellen wurde an einer Reihe verschiedener Platten nach der LECHERschen Methode bestimmt. Der erhaltene Mittelwert 6.91 stimmt mit dem für kurze Wellen beobachteten $n^2 = 6.85$ befriedigend überein, ist jedoch beträchtlich größer als der aus den optischen Messungen abgeleitete Wert $n^2 = 6.60$. Auch bei dieser Glassorte scheint also noch eine merkliche anomale Dispersion in dem jenseits 300 μ gelegenen Spektralbereich vorhanden zu sein. Das gleiche wurde bekanntlich an der früher untersuchten Spiegelglassorte beobachtet[2].

[1] Vgl. diese Berichte S. 1283 (1916).

[2] Für die früher untersuchte Spiegelglassorte hatte sich die Dielektrizitätskonstante 7.10 für 10 m lange HERTZsche Wellen ergeben; das Reflexionsvermögen für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung betrug 19.9 Prozent, was einer Dielektrizitätskonstanten von 6.81 entspricht.

Ausgegeben am 6. September.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1917 XXXIX. XL. XLI. XLII. XLIII. XLIV

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XXXIX.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Oktober. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Nernst las über die unmittelbare Anwendung des neuen Wärmesatzes auf Gase, die durch die neueren Anschauungen der sogenannten »Entartung« ermöglicht ist.

Die von verschiedenen Autoren aufgestellten Zustandsgleichungen über das Verhalten der Gase bei sehr tiefen Temperaturen werden miteinander verglichen und die Möglichkeiten zu ihrer experimentellen Prüfung erörtert. Wünschenswert sind möglichst vergleichbare Messungen über das Verhalten von Wasserstoff, Helium und Neon, und zwar von Wasserstoff besonders in dem Gebiete, in welchem er seine Rotationsenergie verloren und somit den »thermisch einatomigen« Zustand angenommen hat. — Die obigen Ausführungen werden in einer demnächst erscheinenden Monographie »Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes« veröffentlicht werden.

2. Hr. Stumpf legte eine Abhandlung vor: Die Attribute der Gesichtsempfindungen. (Abh.)

Sie behandelt hauptsächlich die seit E. Hering strittige Frage, ob Stärkeunterschiede im eigentlichen Sinne bei den Gesichtserscheinungen vorkommen. Der Verfasser glaubt sie mit G. E. Müller bejahen zu müssen. Daneben werden Qualität und Helligkeit, nicht aber Sättigung, als selbständige Attribute unterschieden. Als Vorfrage wird die Möglichkeit einer subjektiven Analyse sogenannter Mischfarben nach Analogie der Klanganalyse erörtert und im verneinenden Sinne beantwortet.

3. Vorgelegt wurden der Neudruck des 7. Bandes der akademischen Kant-Ausgabe (Berlin 1917), von Hrn. Planck die 5. Auflage seiner Vorlesungen über Thermodynamik (Leipzig 1917) und von Hrn. Diels die Werke von E. Nachmanson, Erotianstudien (Uppsala 1917), eine Vorarbeit für die Ausgabe dieses Autors im Corpus medicorum Graecorum. und von J. Hirschberg, Entwicklungs-Geschichte der augenärztlichen Kunst-Ausdrücke (Berlin 1917).

4. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt:

die physikalisch-mathematische Klasse für die von den kartellierten deutschen Akademien unternommene Expedition nach Teneriffa

zum Zweck von lichtelektrischen Spektraluntersuchungen als vierte Rate 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Reinhard Dohrn, z. Zt. in Zürich, zur Herausgabe von Bd. 35 der »Fauna und Flora des Golfes von Neapel« 5000 Mark;

die philosophisch-historische Klasse Hrn. W. Schulze zu ostfinnischen Sprachstudien 1500 Mark; für das Kartellunternehmen der Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge 800 Mark; dem Verband deutscher Vereine für Volkskunde für die Sammlung der deutschen Soldatensprache 400 Mark.

Die Akademie hat in der letzten Gesamtsitzung vor den Sommerferien (19. Juli) den emeritierten Professor der Geologie an der Universität Marburg Geheimen Regierungsrat Dr. Emanuel Kayser und den emeritierten Professor der Anatomie an der Universität Tübingen Dr. August von Froriep zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer physikalisch-mathematischen Klasse, den Professor der nordischen Philologie an der Universität Lund Dr. Axel Kock und den Professor der deutschen Philologie an der Universität München Dr. Karl von Kraus zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer philosophisch-historischen Klasse gewählt.

Seit derselben Sitzung hat die Akademie durch den Tod verloren die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Hrn. Georg Frobenius am 3. August und Hrn. August Brauer am 10. September, das auswärtige Mitglied derselben Klasse Hrn. Adolf von Baeyer in München am 20. August und das neugewählte korrespondierende Mitglied derselben Klasse Hrn. August von Froriep in Tübingen am 11. Oktober.

Ausgegeben am 15. November.

SITZUNGSBERICHTE

1917.

XL.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

*Hr. Rubner sprach »Über die Verdauung der Nahrungsmittel bei dem Menschen, im besonderen über die Volksnahrungsmittel aus dem Pflanzenreich«.

Die Gründe für die Verschiedenheiten der Verdauung wurden im einzelnen dargelegt und der Stand der Volksgesundheit im Zusammenhang mit der Kriegsernährung behandelt.

Ausgegeben am 15. November.



1917.
XLI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Oktober. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. v. Harnack sprach über das Thema: Welche Stelle ist der Kirche in ihrer Entwicklung bis zum 4. Jahrhundert innerhalb der Universalgeschichte anzuweisen?

Innerhalb der Universalgeschichte muß das Christentum als Religion und als Kirche seine Stelle auf vier Linien erhalten. Es muß dargestellt werden: (1.) als die universale Vollendung der jüdischen Religion und der Synagoge, zugleich aber als die Antithese zu ihrer partikularen Endgestalt in dem auf das Gesetz beschränkten Judentum, (2.) als die umfassendste und daher siegreiche Form des orientalisch-griechischen Synkretismus im Sinne der Überweltlichkeit der Gottheit, zugleich aber als der Gegenspieler gegenüber allen anderen Formen, (3.) als die tiefste Ausprägung der griechischen Religionsphilosophie (Augustin) im Sinne der Überweltlichkeit des Guten, der Gottheit und des Geistes, zugleich aber als der demokratische Rivale des aristokratischen Neuplatonismus und als die Vollendung des politisch-religiösen Kirchen-Staatsgedankens, (4.) als die Kultgemeinschaft der Jünger Jesu Christi, die trotz ihres jüdischen Ursprungs und trotz aller Beeinflussungen aus der griechisch-römischen Welt eigenartige Grundzüge in der Lehre und im Leben behauptet. — Die Verbindung dieser vier Charaktere, von denen bereits jeder einzelne die universale Bedeutung der Kirche sichert, hebt sie auf die höchste Stufe geschichtlicher Universalität.

2. Hr. Dragendorff legte Bd. 3, Heft 4 der vom Kaiserlichen Archäologischen Institut herausgegebenen Antiken Denkmäler vor (Berlin 1917).

Ausgegeben am 15. November.



1917.
XLII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

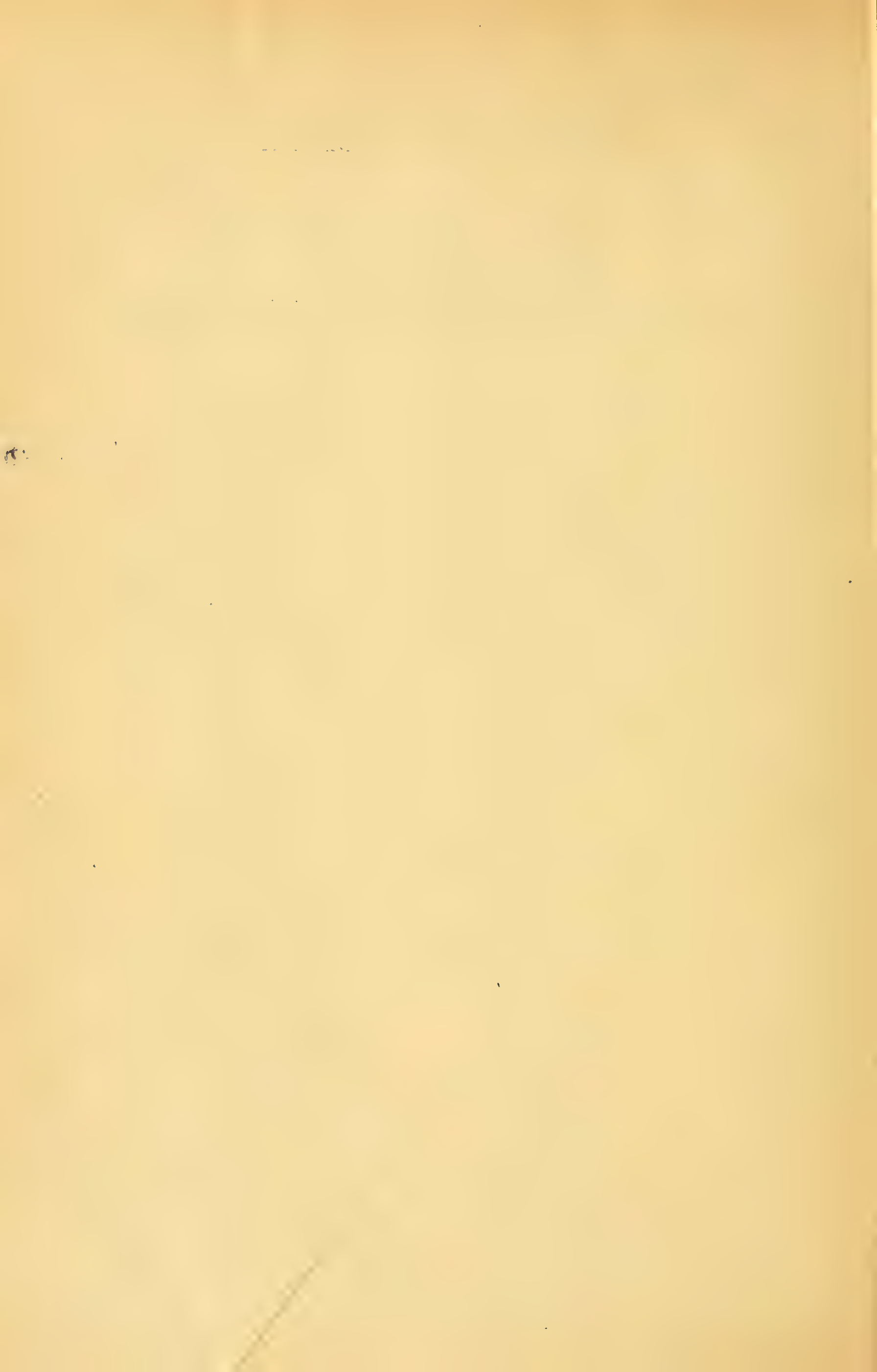
1. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Stumpf sprach über die Synthese von Vokalen und Instrumentalklängen. (Ersch. später.)

Nach Anleitung der früher beschriebenen Analysen wurden alle deutschen Vokale einschließlich der Umlaute durch ein System von 27 Pfeifen, die durch Interferenzröhren von ihren Obertönen befreit waren, synthetisch dargestellt. Die Naturtreue wurde durch unwissentliche Versuche bestätigt. Die Lage der Formanten und der Einfluß jedes Teiltons konnten bestimmt werden. Auch instrumentale Klänge ließen sich nachbilden.

Ausgegeben am 15. November.



SITZUNGSBERICHTE

1917.

XLIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Norden sprach über das Problem der Etymologie des Germanennamens. (Ersch. später.)

Die neuerdings wieder unternommenen Versuche, den Namen aus dem Lateinischen zu deuten, sind aus sprachlichen und sachlichen Gründen abzulehnen. Der Name ist, wie längst richtig erkannt wurde, keltischen Ursprungs, als solcher ungedeutet. Die sehr frühe Keltisierung des Stammes Germani ergibt sich aus der Stelle des Plinius über die *Oretani-Germani*. Livius hat die Kimbern als *Galli Germani* bezeichnet. Anhangsweise wurde das Germanenepigramm des Krinagoras besprochen; es bezieht sich wahrscheinlich auf die Niederlage des Lollius im Jahre 16 v. Chr. und zeigt einen Typus, der sich bis in die Spätzeit des Altertums verfolgen läßt.

2. Hr. Kuno Meyer legte »Zur keltischen Wortkunde VII« vor. (Ersch. später.)

Die altirischen Personennamen *Adomnān* zu *ad-omnae* 'großer Schrecken', *Bō-guine* = ΒΟΥΦΟΝΟC, *Dīmma*, eine Koseform zu *Dīarmait*, werden erklärt; altir. *ossud* 'Waffenstillstand' wird zum Verbalstamm *uss-sod-* 'aussetzen' gestellt; *ellscod* 'Inbrunst' aus *en-loscud* abgeleitet usw. Der Sprachgebrauch und Wortschatz von Saltair na Rann, einem irischen Gedichte des 10. Jahrhunderts, wird ausführlich untersucht, mit dem Ergebnis, daß die Sprache einen mehr altirischen Charakter trägt, als man nach Strachans 'Verbal System of Saltair na Rann' annehmen mußte.

3. Hr. Morf überreichte die 3. Lieferung des mit Unterstützung der Akademie von E. Lommatzsch herausgegebenen Altfranzösischen Wörterbuchs von Adolf Tobler (Berlin 1917).

Ausgegeben am 15. November.



1917.
XLIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

1. Hr. Orth las: Zur Nomenklatur der Tuberkulose.

Es wurde die historische Entwicklung der heutigen Nomenklatur der Tuberkulose und ihres Erregers, des Tuberkelbazillus, dargelegt, gezeigt, wie häufig in der ärztlichen Nomenklatur die technische Bedeutung von Worten mit ihrer sprachlichen nicht übereinstimmt, endlich ausgeführt, in welcher Weise unter Erhaltung der jetzt in der ganzen Welt geltenden Bedeutung des Wortes Tuberkulose als Bezeichnung einer durch den Tuberkelbazillus erzeugten Infektionskrankheit die verschiedenen bei dieser Krankheit vorkommenden krankhaften Gewebsveränderungen, insbesondere in den Lungen bei der Lungenschwindsucht, bezeichnet werden können.

2. Hr. Hellmann legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. Adolf Schmidt in Potsdam vor: Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfelde. (Ersch. später.)

Es wird die mathematische Theorie der Schwingungen eines Magnets in dem nach Richtung und Stärke regellos schwankenden erdmagnetischen Felde entwickelt, und zwar zunächst für ungedämpfte, dann für gedämpfte Schwingungen. Darauf gestützt wird die Reduktion der beobachteten Schwingungsdauer auf einen konstanten mittleren Zustand des Feldes abgeleitet. Die erhaltenen allgemeinen Resultate werden auf einige besonders wichtige spezielle Fälle angewandt.

Zur Nomenklatur der Tuberkulose.

Von J. Orth.

In letzter Zeit ist die Frage, wie man diejenige Krankheit, welche wir Deutsche als Schwindsucht und insbesondere als Lungenschwindsucht bezeichnen, und wie man die bei ihr entstehenden morphologischen Veränderungen wissenschaftlich benennen solle, von verschiedenen Seiten her erörtert worden, und dabei ist auch auf frühere Äußerungen von mir sowie darauf hingewiesen worden, daß ich meinen Standpunkt geändert habe. Dies veranlaßt mich, auch meinerseits mich von neuem über die Frage zu äußern und meine jetzige Stellung zu ihr darzulegen und zu begründen.

Es ist bei dieser Frage von vornherein zweierlei festzuhalten:

1. daß nicht nur für die Mediziner unter sich, sondern auch für andere Berufsstände, die praktisch dabei interessiert sind, ja für das ganze Volk, das ja kaum bei einer anderen Krankheit so sehr wie bei dieser beteiligt ist, sprachliche Verständigungsmittel, d. h. Worte mit bestimmten Begriffen, vorhanden sein müssen;

2. daß solche auch für die internationale Verständigung, die auch bei der Erforschung und Bekämpfung dieser Krankheit von höchster Wichtigkeit ist, unentbehrlich sind. Wohl scheint es ja augenblicklich so, als ob der tobende Weltkrieg mit seinem Gefolge von Haß und Verunglimpfungen die Verständigung der feindlich einander gegenüberstehenden Völker auch in wissenschaftlicher Beziehung für lange Zeit völlig unmöglich gemacht habe, aber wenn auch die Wissenschaft jeder einzelnen großen Kulturnation ihr nationales Gepräge hat und haben soll, so kann doch gerade die medizinische Wissenschaft, deren Zweck ein allgemein humanitärer ist, vor der nur das Menschentum, nicht die Nationalität des Kranken in Betracht kommt, es nicht ertragen, daß ein Volk oder auch eine Völkergruppe sich wie mit einer chinesischen Mauer von den übrigen abschließt, sondern so sehr auch der persönliche Verkehr der Vertreter der nationalen Wissenschaft der jetzt verfeindeten Völker noch auf lange Zeit gestört bleiben mag, die Wissenschaft als solche kann der internationalen Beziehungen nicht entbehren, und es dürfen die Vertreter einer Nation nicht eine wissen-

schaftliche Sprache reden, welche die anderen nur schwer oder gar nicht verstehen.

In beiden Beziehungen, also in bezug auf das eigene Volk wie in bezug auf die anderen Nationen, wird man immer daran festhalten müssen, daß unsere nationale wie unsere internationale technische Sprache etwas historisch Gewordenes ist und daß man nicht leichtherzig versuchen darf, Bezeichnungen, die allgemein angenommen sind und mit denen allgemein ein ganz bestimmter Begriff verbunden worden ist, durch andere zu ersetzen, welche eine derartige allgemeine Geltung nicht besitzen und deren begriffliche Bedeutung keine allgemein gleiche ist.

Die nationale wie die internationale medizinische Sprache beruht auf griechisch-lateinischer Grundlage, es ist aber an sich ganz gleichgültig, ob die jetzt gebräuchlichen Ausdrücke sprachlich richtig gebildet sind und ob ihre sprachliche Bedeutung sich mit der jetzigen deckt, denn nicht auf das Wort kommt es an, sondern auf den Begriff, den wir mit ihm verbinden. Das gilt vor allem für die volkstümlichen Bezeichnungen, da der Mehrzahl des Volkes die Ableitung der Worte gar nicht bekannt und verständlich ist, so daß ihr selbst eine völlige Verschiedenheit der sprachlichen und der begrifflichen Bedeutung eines Wortes gar nicht zum Bewußtsein kommt und kommen kann. Das gilt freilich nicht nur für den humanistisch nicht vorgebildeten Teil des Volkes, sondern auch für die aus humanistischen Gymnasien hervorgegangenen Akademiker; auch wer auf dem Gymnasium Griechisch gelernt hat, kennt in den wenigsten Fällen die sprachliche Ableitung der technischen Ausdrücke, sondern muß genau so die Bedeutung der Worte sich merken wie der Realgymnasiast, der nie Griechisch getrieben hat.

Ein schlagendes Beispiel für die Unbekanntheit des Grundwortes und die Begriffsänderung des abgeleiteten Wortes bietet das Wort Cirrhose. Sooft ich auch gefragt habe, ich habe noch keinen jungen Studenten gefunden, der das Wort κιρρός vom Gymnasium her kannte und wußte, daß es blaßgelb bedeutet. Mit Cirrhose ist ursprünglich eine mit Gelbfärbung einhergehende Leberveränderung bezeichnet worden, heute findet das Wort auf die verschiedensten Organe Anwendung, wenn Schrumpfung mit Bindegewebsneubildung vorhanden ist, seine Beziehung zu einer Gelbfärbung hat es völlig verloren; niemand aber wird es gelingen, es seiner heutigen Bedeutung, die mit der sprachlichen nicht das geringste mehr zu tun hat, wieder zu entkleiden.

In diesem Beispiel handelt es sich nicht um eine nosologische, um eine Krankheitsbezeichnung, sondern um eine symptomatische.

um Bezeichnung einer Krankheitserscheinung, die bei verschiedenen Krankheiten vorkommen kann.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei dem Wort Diphtherie (oder, wie es ursprünglich lautete, Diphtheritis). Es hatte einen rein morphologischen Sinn, wie sowohl aus seiner Ableitung von διφθέρα abgezogenes Fell, also Haut, als auch von dem Zusatz, den sein Taufpate, Bretonneau, ihm gab: diphthérite ou inflammation pelliculaire, sich deutlich ergibt. Allmählich ist das Wort Diphtherie eine reine Krankheitsbezeichnung geworden, denn wir verstehen darunter heute eine eigenartige Infektionskrankheit, die durch einen Mikroorganismus, welcher nach dieser Krankheitsbezeichnung Diphtheriebazillus benannt worden ist, erzeugt wird. Die Beziehung zu der Hautbildung, zur Diphthera, ist nicht ganz verlorengegangen, aber der Bazillus heißt Diphtheriebazillus, auch wenn er nicht in einer krankhaften häutigen Bildung sich befindet oder aus einer solchen stammt, und wir sprechen von der Krankheit Diphtherie, auch wenn gar keine Hautbildung, sondern vielleicht nur eine in nichts eigenartige katarrhalische Schleimhautveränderung vorhanden ist, vorausgesetzt, daß Diphtheriebazillen sie erzeugt haben. Es gibt also eine Diphtherie ohne Diphthera, eine häutige Bräune, um deutsch zu reden, ohne häutige Bildung, — das was die Infektionskrankheit Diphtherie kenntlich macht, ist nicht die Anwesenheit einer Inflammation pelliculaire, sondern die Wirkung einer besonderen Ursache, des Diphtheriebazillus. Hier haben wir auch ein Beispiel einer ärztlichen Bezeichnung, die in die Volkssprache übergegangen ist, und niemand wird imstande sein, die Worte Diphtherie, Diphtheriebazillen, Diphtherieheilserum aus unserer Sprache demnächst wieder zu entfernen.

Fast genau so wie mit dem Worte Diphtherie verhält es sich auch mit dem Worte Tuberkulose. Nicht nur die Ärzte der ganzen Welt sprechen von der Tuberkulose als einer Infektionskrankheit von eigenartigem Charakter und eigenartiger Ursache, sondern auch die Laien; es gibt in fast allen Kulturländern Gesellschaften verschiedener Art und verschiedener Organisation, welche sich mit der Tuberkulose beschäftigen und danach benennen; wir haben selbst heute noch eine internationale Vereinigung gegen die Tuberkulose, und überall richtet sich ein Teil des Kampfes gegen die Tuberkulose hauptsächlich gegen die Erreger dieser Krankheit, die Tuberkelbazillen. Kann jemand im Ernste glauben, daß es gelingen könne, diese Worte mit dieser Bedeutung aus der nationalen und internationalen Nomenklatur wieder zu entfernen? Die Frage stellen heißt sie beantworten. Es bleibt uns gar nichts anderes übrig, als uns mit der feststehenden Tatsache abzufinden, und darum habe auch ich mich schon lange ihr

gebeugt, obwohl ich nicht verkenne, wieviel man dagegen einwenden kann. Auch in unserer wissenschaftlichen Sprache müssen wir die Folgerungen aus dieser Tatsache ziehen, so unbequem dies auch in vieler Beziehung scheinen mag.

Was die Krankheitsbezeichnung Tuberkulose betrifft, so hatte das Wort ursprünglich einen rein morphologischen Sinn und bedeutete, daß knötchenartige Gebilde, Tuberkel, als Krankheitserzeugnisse vorhanden waren. Das Wort Tuberkel ist seit alter Zeit in rein beschreibendem Sinne gebraucht worden und wird auch heute noch z. B. in der Anatomie (Tuberculum mentale, T. pubicum usw.) in solchem Sinne gebraucht, in der Pathologie aber erhielt es seit der Wende des 18. zum 19. Jahrhundert immer mehr eine spezifische, eigenartige Bedeutung, besonders als man den Ausdruck Miliartuberkel für die kleinen Gebilde einführte, die man, wie besonders Virchow betonte, als Gewebsneubildungen von eigenartiger Zusammensetzung und Entstehung mit Neigung zum Absterben (Verkäsung) zu betrachten habe. Die Eigenart des Tuberkels war danach also wesentlich durch seine geweblichen Verhältnisse gegeben, immerhin wurde doch auch noch die äußere Form, das Knötchenförmige, berücksichtigt, wie sich aus dem Vergleich mit einem Hirsekorn (milium) ergibt. Es ist dabei gleichgültig, ob das Vergleichsobjekt etwas zu groß ist, das Wesentliche ist, daß es sich um ein kugeliges Gebilde handelt.

In dieser Beziehung hat aber der Begriff des Wortes Tuberkel, Knötchen, den ersten Stoß erhalten, denn wenn es auch kugelige Tuberkel gibt, an serösen Häuten, in Milz, Lymphdrüsen usw., so braucht man doch nur einmal mit Tuberkeln besetzte Gefäße der weichen Hirnhaut und Gehirnrinde mikroskopisch anzusehen, um sich zu überzeugen, daß die meisten Gefäßtuberkel gar keine Kügelchen, sondern spindelige, halbspindelige, zylinderförmige, die Gefäße manchmal auf größere Strecken hin umscheidende Gebilde darstellen, so daß also auch hier schon die sprachliche und begriffliche Bedeutung des Wortes gar nicht mehr miteinander übereinstimmen.

Vollständig verlor das Wort diese sprachliche Bedeutung, als sich herausstellte, daß es an zahlreichen Orten den Tuberkeln gleichwertige, gleich zusammengesetzte und gleich sich in ihrem Verlauf verhaltende Gewebsneubildungen gibt, welche nicht Knotenform haben, sondern eine unregelmäßige Gestalt und Ausdehnung besitzen. Als man hier von diffuser Tuberkulose oder tuberkulöser Gewebsbildung sprach, da hatte man schon die ursprüngliche Bedeutung des Wortes sich verflüchtigen lassen, da hatte man schon die Tuberkulose ohne Tuberkel. Zunächst freilich entbehrte die Annahme einer diffusen Tuberkulose, wie sie Laënnec für die Lunge machte, der histologischen

Begründung, sie bezog sich überhaupt nicht auf die frische Wucherung, sondern wurde mit der Anwesenheit von Käsemasse begründet, die Laennec, wie noch viele Forscher nach ihm, irrtümlicherweise als das Kennzeichnende der Tuberkulose ansah. So sprach man nicht nur von Tuberkulose, wo Tuberkel waren, sondern überall da, wo käsige Massen sich zeigten, und gelangte so zur Tuberkulisation von Eiter, von Geschwulstgeweben usw.

Es war zweifellos ein großes Verdienst von Virchow, diesen Irrtum aufgeklärt zu haben: nicht der Käse als solcher ist nach ihm das Kennzeichen für Tuberkulose, sondern nur der aus Tuberkeln hervorgegangene. Nun spielt bei der Lungenschwindsucht Käsebildung, Absterben und Erweichung eine sehr große Rolle. Laennec erklärte, all dieser Käse sei gleichen Ursprungs, aus tuberkulöser Gewebswucherung hervorgegangen, entzündliche Vorgänge spielten dabei keine Rolle, während Virchow zeigte, daß der bei weitem größte Teil dieser Käsemasse aus entzündlichem Exsudat hervorgehe, so daß in der schwindsüchtigen Lunge zwei in Käsebildung ausgehende Prozesse vorkämen, die Tuberkulose — ein gewebserzeugender Prozeß — und die käsige Lungenentzündung, bei welcher ein in die Alveolen abgeschiedenes Exsudat mitsamt den Alveolarwandungen verkäst (käsige Pneumonie). Für Virchow hatte dieser käsige Entzündungsprozeß mit Tuberkeln und also auch mit Tuberkulose nichts zu tun, er rechnete ihn zu den skrofulösen Erkrankungen und kam so, obwohl er die von vielen schon angenommenen innigen Beziehungen zwischen Skrofulose und Tuberkulose nicht ganz ablehnte, für die Lungenschwindsucht zu einer Dualitätslehre gegenüber der Unitätslehre Laennecs: für diesen gab es nur eine, und zwar tuberkulöse Phthise, für jenen zwei, eine tuberkulöse und eine entzündliche (skrofulöse). Dieser Widerstreit betrifft, wohlgemerkt, nur die formale Genese der Lungenschwindsucht und ist in diesem Sinne zweifellos zu Virchows Gunsten entschieden.

Nun kam aber ein neues Element in die Betrachtungen hinein durch Villemins Nachweis der Übertragbarkeit der Tuberkulose auf Tiere. Es zeigte sich bald, daß zwar nicht jeder Käse, aber doch sowohl der aus tuberkulöser Gewebswucherung als auch der aus Produkten der Skrofulose hervorgegangene bei geeigneten Tieren die gleiche tuberkulöse Erkrankung hervorruft, und nicht nur der Käse, sondern auch seine Vorstufen, die jungen unverkästen Tuberkel, das frische, noch unverkäste Exsudat. Wenn aber zwei Gebilde trotz verschiedener Zusammensetzung einen übertragbaren krankmachenden Stoff enthalten, der bei Tieren die gleiche Erkrankung erzeugt, so müssen sie nosologisch zusammengehören, müssen Teilerscheinungen ein und derselben ansteckenden Krankheit sein. Die experimentell erzeugte Krankheit ist auch im

formalen Sinne eine Tuberkulose, sie kann durch menschliche Tuberkel erzeugt werden, nichts lag näher, als daß man den Ausdruck Tuberkulose für die Gesamtkrankheit anwendete und zu dieser auch jene exsudativkäsigen Vorgänge, die käsige Pneumonie, rechnete, welcher demnach die Eigenschaft zukommt, tuberkulös zu sein, nicht weil, wie LAËNNEC meinte, ihr Käse aus tuberkulöser Gewebsbildung hervorgeht, sondern weil sie dieselbe kausale Genese besitzt wie diese. Jetzt gab es also erst recht eine Tuberculosis sine tuberculo, aber das ist ja nichts Unerhörtes, spielt doch schon lange in der Medizin die Scarlatina sine exanthemate, der Scharlach ohne Scharlachröte der Haut, eine Rolle, haben wir doch schon eine Diphtherie ohne Diphthera kennen gelernt. Das Gebiet der nun als Infektionskrankheit erkannten Tuberkulose ist eben ein ausgedehnteres als das Gebiet der Tuberkelbildung, und wenn auch bereits die histologischen Untersuchungen gezeigt hätten, daß auch dieses ein ausgedehnteres ist als noch VIRCHOW glaubte, und daß es weit in das Bereich der skrofulösen Erkrankungen hinüberreicht, so war es doch hauptsächlich die experimentelle Pathologie, welche uns zwang, die Grenzen der Infektionskrankheit immer weiter hinauszustecken und schließlich — wie COHNHEIM[1] die Lehre formuliert hat — all das zur Tuberkulose zu rechnen, wodurch man geeignete Tiere tuberkulös machen kann.

VIRCHOW[2] machte den Anhängern der neuen Anschauung zu Unrecht den Vorwurf, es sei die Gewohnheit entstanden, jedes krankhafte Produkt, bei dem sich der Krankheitserreger fand, Tuberkel zu nennen, denn weder COHNHEIM, der zuerst im Jahre 1879 die Grenzen der Infektionskrankheit Tuberkulose im heutigen Sinne scharf umschrieb, hat sich einen solchen logischen Fehler zuschulden kommen lassen, noch habe ich, der ich ebenfalls, schon vor COHNHEIM, im Anschluß an Experimente über Fütterungstuberkulose[3] die Tuberkulose als eine Infektionskrankheit mit eigenartiger Ursache erklärt habe, es unterlassen, die bei meinen Versuchstieren in den Lungen neben Tuberkeln gefundenen entzündlichen Hepatisationen scharf von den Tuberkeln zu unterscheiden. Dabei bin ich auch später geblieben, und in allen Lehrbüchern der pathologischen Anatomie findet sich bis in die neueste Zeit die alte Definition des Tuberkels erhalten. Demgegenüber will es nichts besagen, daß ein neuerer Autor, der auch sonst eine Sonderstellung einnimmt, KRONBERGER[4], isolierte Miliarknötchen der Lungen,

[1] COHNHEIM, Die Tuberkulose vom Standpunkte der Infektionslehre, Akad. Festschrift, 1879.

[2] VIRCHOW, sein Archiv 159, 1900.

[3] ORTH, Virch. Arch. 76, 1879.

[4] KRONBERGER, Beitr. z. Klin. d. Tub. 33, 1915.

die sich aus mit zellig-serösem Exsudat erfüllten Alveolen aufbauen und verkäsen, als echte käsige Miliartuberkel zu bezeichnen vorschlägt, und sie als exsudiv käsige bzw. intraalveoläre (Miliar-) Tuberkel den fibrocellulären bzw. interstitiellen — das sind eben die echten Tuberkel — gegenüberstellen will, denn man kann voraussagen, daß er damit keinen Anklang finden wird. Nicht das Wort Tuberkel hat durch die neue Anschauung eine Änderung seines Begriffes erfahren, sondern nur das Eigenschaftswort tuberkulös, welches nun nicht mehr bedeutet »mit Tuberkelbildung verbunden«, sondern »zu der Krankheit Tuberkulose gehörig«. Nicht mehr an den Tuberkeln erkennt man die Krankheit, sondern an ihrer eigenartigen Ursache.

Immerhin hat man zunächst mit dem Worte Tuberkel noch insofern einen spezifischen Begriff verbunden, als man annahm, sie kämen mit ihrem eigenartigen Bau und Verlauf nur dieser einen Krankheit, der Tuberkulose, zu. Es kann aber heute nicht mehr bezweifelt werden, daß ganz gleich gebaute und ganz gleich sich verhaltende Knötchen auch bei anderen Infektionskrankheiten, z. B. Syphilis, Lepra, sich finden, so daß auch dadurch der Tuberkel seiner diagnostischen Bedeutung für die Krankheit Tuberkulose entkleidet ist. Unter diesen Umständen wäre es gewiß am besten, auf das Wort Tuberkel im eigenartigen Sinne überhaupt zu verzichten und es durch eine Bezeichnung zu ersetzen, die sich auch insofern unserer übrigen Nomenklatur für Gewebsneubildungen anschließt, als sie nicht von einer äußeren Form, sondern von dem inneren Bau hergenommen ist, indem sie die neugebildete Gewebsart angibt. Diese gleicht aber dem bei der Wundheilung entstehenden sogenannten Granulationsgewebe, so daß die Bezeichnung Granulom durchaus geeignet erscheint, die von Virchow (Krankhafte Geschwülste, 1864—1865) herrührt, aber freilich nur für Syphilis, Lepra und Rotz von ihm angewendet wurde, nicht für die Tuberkulose, die er den lymphatischen Geschwülsten zurechnete. Nur den Lupus, den wir schon lange aus formalen wie aus kausalen Gesichtspunkten als Tuberkulose betrachten, den aber Virchow von dieser trennte, handelte er bei den Granulomen ab, so daß für ihn diese Bezeichnung auch historisch berechtigt ist.

War aber der Tuberkel nicht mehr das Kennzeichnende der Tuberkulose, so hatte auch dieses Wort eigentlich seine Berechtigung verloren. ich erklärte deshalb im Jahre 1881[1], ich würde es für einen Fortschritt halten, wenn man sich allgemein entschließen könnte, das Wort Tuberkulose ganz fallen zu lassen und statt dessen für die Krankheit ein anderes zu gebrauchen, aus dem man dann mittels der Endsilbe om

[1] Orth, Berl. Klin. Woch. 1881, Nr. 42.

in ähnlicher Weise eine Bezeichnung für die durch die Krankheit zuweilen erzeugten Knötchen herstellen könnte, wie es bei der Syphilis (Syphilom) geschehen ist. Sollte sich, so fuhr ich fort, herausstellen, daß wirklich, wie es den Anschein hat, zwischen der Skrofulose und Tuberkulose so enge Beziehungen bestehen, wie manche meinen, so würden sich vielleicht die Bezeichnungen Skrofulose und Skrofulom empfehlen. Ich ging dabei von der Ansicht aus, daß die Zeit gekommen sei, von der VIRCHOW in seiner Geschwulstlehre gesagt hatte, vielleicht werde man späterhin wieder dazu kommen, die Tuberkulose einfach als heteroplastische oder metastatische Skrofulose anzusehen. Das wäre ja in dem Worte Skrofulom ganz wohl zum Ausdruck gekommen, wenn ich auch jetzt den Ausdruck skrofulöses Granulom vorziehen würde. Aber das ist eine Sache für sich, die Hauptsache ist, daß sich tatsächlich die wesentlichsten sogenannten skrofulösen Veränderungen als wesenseins mit den bisher sogenannten tuberkulösen erwiesen haben, und so wäre doch vielleicht meine Anregung durchgedrungen, wenn nicht bereits im nächsten Jahre der Erreger der Krankheit bekannt gemacht und Tuberkelbazillus benannt worden wäre.

Die Pathologie der Infektionskrankheit Tuberkulose war in ihren Grundzügen schon vorher fertig, anatomisch und experimentell im großen und ganzen klargestellt, es bestand nur noch eine große Unbekannte, das Virus tuberculosum, in dem man einen Mikroparasiten vermutete, aber noch nicht nachgewiesen hatte. Auch das würde keine Schwierigkeiten gemacht haben, das Virus tuberculosum in Virus scrofulosum umzutaufen, war doch schon Ende des 18. Jahrhunderts ein solches ein wissenschaftlicher Streitgegenstand. Auf Grund eines Preisausschreibens der Kaiserlichen Akademie der Naturforscher, in dem u. a. verlangt wurden signa diagnostica certissima, quibus virus scrofulosum ... cognoscatur, hat das langjährige Mitglied unserer Akademie, C. W. HUFELAND, ein Werk über Skrofulose verfaßt[1], in welchem er dartat, daß bei der Skrofelkrankheit unter Umständen, besonders wenn »skrofeligte Lungengeschwüre« sich entwickelt hätten, ein Contagium entstehen könne, welches nichts weniger als flüchtig sei, sondern durch Berührung, und zwar genauen und fortgesetzten Umgang anderen Menschen mitgeteilt werden und bei diesen gewisse Formen skrofulöser Veränderungen, unter denen auch Geschwüre angeführt werden, erzeugen könne. Mag auch HUFELAND angenommen haben, daß dieses fixe Contagium erst durch die Skrofelkrankheit erzeugt werde, so kann doch kein Zweifel darüber bestehen, daß sein Con-

[1] C. W. HUFELAND, Üb. d. Natur, Erkenntnis u. Heilart d. Skrofel-Krankheit. 1795.

tagium die innigsten Beziehungen zu dem Virus tuberculosum der neuen Lehre hatte und daß man unbedenklich statt Virus tuberculosum hätte Virus scrofulosum setzen können — wenn eben mein Vorschlag betreffs Bezeichnung der Krankheit angenommen gewesen wäre.

Aber er war noch nicht angenommen, als R. Koch mit seiner Entdeckung des schon lange gesuchten parasitären Mikroorganismus hervortrat[1]; noch war nicht Skrofulose, sondern Tuberkulose das Nomen morbi, was lag für Koch näher und war geradezu selbstverständlicher, als daß er an Stelle des Wortes Virus das Wort Bazillus setzte und seinen Parasiten Bacillus tuberculosus oder vielmehr — in deutschem Gewande — Tuberkelbazillus nannte! Freilich wäre das längere Wort Tuberkulosebazillus richtiger gewesen — sprechen wir doch auch nicht von einer Gummi- oder Syphilomspirochaete, sondern von einer Syphilisspirochaete —, aber auch hierbei hat er eine Überlieferung gehabt, denn Klebs hat schon im Jahre 1873 das Wort Tuberkelgift geprägt[2], allerdings mit dem Zusatz sit venia verbo. Schließlich kommt das Recht des Namengebens dem Entdecker zu, wenn er dabei nicht andere Rechte verletzt, und wie oft ist schon pars pro toto genannt worden.

Zweifellos hatte Virchow recht, wenn er sagte, der gewählte Name sei nicht ein botanischer, sondern ein nosologischer, aber er hatte unrecht, wenn er meinte, dadurch sei die Gewohnheit entstanden, die Krankheit, welche sie (nämlich tuberkelbazillenhaltige Produkte) hervorbrachte, Tuberkulose zu nennen. Das Umgekehrte ist der Fall. Nicht ist, wie er meint, das Krankheitsprodukt, auch wenn es keine Knötchen bildet, z. B. bei der käsigen Pneumonie, nach dem Bazillus bezeichnet worden, sondern der Name für die Krankheit und ihre Produkte war schon vorhanden, und nach ihm ist die Benennung des Erregers gebildet worden. Gewiß kann man auf dem anderen, umgekehrten Wege zu einer guten Nomenklatur gelangen, wie das von Virchow angezogene Beispiel (Aktinomyces-Aktinomykose) zeigt, aber einerseits lag dabei tatsächlich die Sache so, daß erst der Aktinomycespilz entdeckt und dann das Krankheitsbild der Aktinomykose festgestellt wurde, und anderseits kann es doch auch bei solchem Vorgehen Schwierigkeiten geben, wie die Trichinose beweist. Auch bei ihr wurde zuerst der Parasit gefunden und zoologisch Trichina spiralis genannt, dann erhielt die durch den Parasiten erzeugte Krankheit den Namen Trichinose. Diesen wird sie behalten, in der Volkssprache wie in der ärztlichen, obgleich die Zoologen den

---

[1] R. Koch, Berl. Klin. Woch. 1882, Nr. 15.

[2] Klebs, Arch. f. exp. Pathol. I, 163, 1873.

Namen Trichina als zu Unrecht verliehen erklärten und durch die Bezeichnung Trichinella ersetzt haben. Jetzt ist also Trichinose die durch Trichinella spiralis erzeugte Krankheit, der naturwissenschaftliche Name des Erregers ist nicht mehr die Grundlage der Krankheitsbezeichnung.

Im übrigen steht der Tuberkelbazillus in seiner nosologischen Bezeichnung nicht vereinzelt da: beim Diphtheriebazillus, beim Rotzbazillus haben wir die gleichen Verhältnisse. Wie bei der Diphtherie die Krankheitsbezeichnung keine kausale ist und nur einen Teil der Krankheitserscheinungen berücksichtigt, habe ich schon vorher erwähnt, beim Rotz liegen die Verhältnisse ganz ähnlich, nur daß hier, gerade umgekehrt wie bei der Tuberkulose, die Granulombildungen bei der Namengebung ganz unberücksichtigt blieben und einzig ein Teil der entzündlich-exsudativen Vorgänge, die eiterige Absonderung der Nasenschleimhaut, als maßgebend genommen worden ist.

Also bei der Tuberkulose steht weder die geltende Bezeichnung der Krankheit noch die ihres Erregers vereinzelt da, und so dürfte denn wohl dieser seinen Namen Tuberkelbazillus behalten, als auch wahr werden, was ich gelegentlich eines Referates über die Wirkung der Tuberkelbazillen, das ich der Deutschen Pathologischen Gesellschaft im Jahre 1901 erstattete[1], gesagt habe: »Die Krankheit hat man in neuerer Zeit Tuberkulose genannt, und sie wird diesen Namen behalten, soviel man auch dagegen einzuwenden haben mag«. Der Bazillus trägt ja auch noch einen anderen Namen, der eher als botanischer gelten könnte, nämlich Bacillus Kochii, aber da KOCH noch mehr Bazillen entdeckt hat, so müßte man doch wieder zur Unterscheidung des hier in Frage stehenden vom KOCHschen Tuberkelbazillus sprechen, würde damit also einen Vorteil nicht erreichen.

Jedenfalls sollte man unter obwaltenden Umständen die Bezeichnung der Krankheit als Tuberkulose und ihres Erregers als Tuberkelbazillus als feststehende Tatsache hinnehmen und nun den Grundsatz walten lassen: quieta non movere.

Wie schwer es hält, eine zweifellos unrichtige und ungeeignete Bezeichnung, wenn sie einmal eingebürgert ist, wieder zu entfernen, selbst wenn man eine durchaus einwandfreie an ihre Stelle setzen kann, zeigt das Wort Follikel, als Bezeichnung kleinster kugeliger Anhäufungen lymphatischen Charakters, das in seiner falschen Bedeutung auch in der Nomenklatur der Tuberkulose eine Rolle spielt, besonders in Frankreich, wo man z. B. beim Fehlen von Tuberkeln von Bacillotuberculose non folliculaire gesprochen, also den Ausdruck Tu-

---

[1] ORTH, Verhandl. d. Deutsch. Path. Ges. IV, 30, 1902.

berkel durch Follikel ersetzt hat, wegen der Ähnlichkeit, welche junge Tuberkel mit den als Lymphfollikel bezeichneten knötchenförmigen Bildungen des lymphatischen Apparates besitzen. Folliculus bedeutet aber Säckchen, auch Hülse, jedenfalls ein Hohlgebilde, während doch weder die Tuberkel noch die lymphatischen Gebilde eine Höhle enthalten, sondern durchweg feste Gebilde sind. Trotzdem die Anatomen schon vor Jahren beschlossen haben, den Ausdruck Lymphfollikel auszumerzen und durch den durchaus zutreffenden »Lymphknötchen« zu ersetzen, ist doch der Lymphfollikel bisher noch nicht aus der ärztlichen Sprache hinauszubringen gewesen.

Der Versuch, in der Tuberkulosenomenklatur eine grundlegende Umänderung vorzunehmen, ist also von vornherein sehr wenig aussichtsvoll, er ist zwecklos, wenn man nicht eine einwandfreie Bezeichnung vorschlagen kann. Das ist aber bei dem jüngsten Vorschlage Aschoffs[1], das Wort Tuberkulose durch Phthise zu ersetzen, den Tuberkelbazillus als Bacillus phthisicus zu bezeichnen, nicht der Fall. Das Wort Phthise hat ja den Vorzug, uralt zu sein, denn es findet sich schon als geläufiges Wort bei Hippokrates, und zwar mit dem Grundbegriff: Auszehrung. Wenn auch nicht alle als phthisisch bezeichnete Krankheiten der hippokratischen Schriften in das Gebiet unserer Tuberkulose hineingehören, so doch zweifellos der erheblichste Teil, vor allem die so bezeichneten Erkrankungen der Lungen. Die Angabe in den Aphorismen Φθίσις γίνεται μάλιστα ἀπὸ ὀκτωκαίδεκα ἐτέων μέχρι πέντε καὶ τριήκοντα ist sicherlich nicht mit Unrecht so übersetzt worden: Lungenschwindsucht entsteht vorzüglich in dem Alter von 18 bis zu 35 Jahren (Grimm-Lilienhain). Aber ist Lungenschwindsucht und die hippokratische Phthise gleichbedeutend mit unserer Lungentuberkulose? Sicherlich nicht. Eine akute disseminierte Miliartuberkulose der Lungen wird gewiß niemand Lungenschwindsucht nennen wollen. Auch Aschoff gibt zu, daß sie keine Phthise der Lungen sei, meint aber, sie sei doch Symptom einer anderwärts bestehenden Phthise und sei mindestens ein Glied in der Kette jener Prozesse, die unter gewissen Bedingungen zur Lungenschwindsucht führen kann. Zweifellos gibt es gelegentlich Übergänge von der frischen Knotenbildung zu wirklichem Gewebsschwund in Form von Verkäsung und Höhlenbildung infolge von Erweichung des Käses, aber solange diese Kette von Übergängen noch nicht zu Ende ist, solange ist eben auch noch keine Schwindsucht, keine Phthise vorhanden, und erst recht nicht, wenn man nicht nur den örtlichen Vorgang, sondern auch den Allgemeinzustand beachtet. Soll man ein wohlgenährtes Kind, das im Anschluß an eine ganz umschriebene

[1] Aschoff, Ztschr. f. Tub. XXVII, 28, 1917.

Lymphdrüsentuberkulose an akuter allgemeiner Miliartuberkulose leidet, oder ein Kind, das von einer tuberkulösen Mittelohrerkrankung aus eine tuberkulöse Meningitis bekommen hat, phthisisch, schwindsüchtig nennen? Tuberkulös sind sie beide, aber doch nicht schwindsüchtig.

Und sollen wir vergrößerte tuberkulöse Lymphdrüsen, die eine rein lokale Erkrankung hyperplastischer Art darstellen, phthisisch nennen, sollen wir sagen, ein an solcher lokaler Tuberkulose leidender Mensch sei schwindsüchtig, habe die Auszehrung? Dazu könnte ich mich nicht entschließen. Gegen solches Vorgehen hat sich schon Virchow von seinem Standpunkt aus erklärt mit den Worten: »Nachdem wir sie (nämlich die lokale Tuberkulose) kennen, fällt es kaum jemand ein, die lokale Tuberkulose ohne weiteres Phthise zu nennen«. Tuberkulose liegt hier vor, auch wenn es sich um sogenannte skrofulöse Lymphdrüsen handelt, aber keine Phthise, darum kann ich überhaupt nicht zustimmen, Phthise als gleichbedeutend mit Tuberkulose anzunehmen, denn die Tuberkulose ist das Allgemeinere, Phthise das Besondere, nur ein Teil jener. Der Hinweis Aschoffs auf die neuerdings gebräuchliche Gleichstellung der Worte Syphilis und Lues ist auch nicht durchschlagend, denn auch in bezug auf sie hat kein Geringerer als Virchow Widerspruch erhoben mit den Worten: »Niemand wendet den Namen Lues auf jede syphilitische Lokalaffektion an; es wäre das auch eine nicht geringe Gefahr für das Verständnis: man müßte dann einen Ersatz durch ein neues Wort für Lues suchen«.

Es kommt aber noch ein weiterer, bei der Syphilis fehlender Umstand hinzu, der es verbietet, gerade bei der Lunge Tuberkulose durch Phthise zu ersetzen, das ist der Umstand, daß die Zerstörung der Lunge bei der Lungenschwindsucht in der Regel nicht nur durch Tuberkelbazillen, sondern unter Mitwirkung noch anderer Mikroorganismen vor sich geht. Es gibt keine Lungenschwindsucht ohne Tuberkelbazillen, darum ist die Bezeichnung Tuberkulose niemals falsch, wenn auch vielleicht nur richtig nach dem Grundsatz: a potiori fit denominatio, aber die Bezeichnung Phthisis pulmonum schließt in der Regel den Begriff ein: Mischinfektion, paßt also nicht für eine reine Tuberkelbazillenerkrankung, wie sie nicht für eine ohne Schwund von Lungengewebe einhergehende Erkrankung paßt.

Mit der Ablehnung des Vorschlages, die Krankheitsbezeichnung Tuberkulose durch die Bezeichnung Phthise zu ersetzen, fällt natürlich auch ihre Folgerung, den Tuberkelbazillus in Bac. phthisicus umzutaufen, was ja auch den Einwand gar nicht entkräften würde, daß es sich nicht um einen botanischen, sondern um einen nosologischen Namen handelte. Im übrigen erscheint es wohl verständlich, daß

eine tuberkulöse Meningitis durch den Tuberkelbazillus erzeugt wird, weniger verständlich wäre ihre Erzeugung durch einen Phthisebazillus.

Alle seitherigen Ausführungen beziehen sich zunächst auf die Gesamtkrankheit, deren Einheit und Eigenartigkeit in dem Virus tuberculosum, dem jetzigen Tuberkelbazillus, gegeben ist. Dieser ätiologischen Einheit steht die Vielgestaltigkeit der durch den Tuberkelbazillus hervorgerufenen Prozesse, vor allem derjenigen in den Lungen, gegenüber, bei deren Benennung man nun nicht mehr auf die Volkssprache Rücksicht zu nehmen hat, sondern lediglich dem ärztlichen Bedürfnis Rechnung tragen muß. Seit fast 40 Jahren habe ich mich bemüht, klarzustellen, daß man zwei Hauptgruppen von Veränderungen unterscheiden müsse, exsudativ-entzündliche einerseits, produktive, Granulationswucherungen anderseits.

Es hat zu erheblicher Verwirrung in der Nomenklatur geführt, daß man auch die granulomatösen Prozesse entzündliche genannt und demgemäß von einer Ureteritis, Bronchitis, Peribronchitis, Lymphadenitis tuberculosa bzw. caseosa gesprochen hat. Kein Mensch weiß genau zu sagen, was nach allgemeiner Übereinstimmung Entzündung ist, denn eine solche Übereinstimmung gibt es nicht, also vermeide man das Wort da, wo die Übereinstimmung fehlt, wie eben in bezug auf die Granulationsgeschwülste, beschränke seinen Gebrauch vielmehr auf jene Fälle, wo eine Übereinstimmung besteht, wie das bei den exsudativen Vorgängen doch unzweifelhaft der Fall ist.

Jede Gruppe von Veränderungen kann für sich allein vorkommen, meistens sind sie miteinander verbunden, häufig derart, daß man nur mikroskopisch den Anteil jeder einzelnen Gruppe an den Gesamtveränderungen feststellen kann. Da beide Gruppen von Veränderungen dieselbe Ursache haben, da beide zu der Krankheit Tuberkulose hinzugehören, so haben auch beide den Anspruch auf die Bezeichnung tuberkulös, welche, wie vorher dargelegt, nur bedeutet, zur Krankheit Tuberkulose hinzugehörig, aber keinerlei Beziehung mehr zu den kleinen Granulomen, den Tuberkeln, hat. Bei der tuberkulösen Meningitis sind also sowohl das in den Maschen liegende Exsudat als auch die hauptsächlich an den Gefäßen sitzenden Granulome tuberkulös, aber nur die letzten sind Tuberkel. Aschoff will den Ausdruck tuberkulös für die produktiven Prozesse reserviert haben, muß aber dabei schon die Beziehung zu den Tuberkeln als Knötchen aufgeben, denn er will »ruhig von einem diffusen tuberkulösen Granulationsgewebe, dem also die knötchenförmige Anordnung fehlt, sprechen«. Wenn er also hier von der morphologischen Definition dessen, was tuberkulös, knötchenförmig ist, abweicht und eine Tuberkulose ohne Tuberkel anerkennt, so ist nicht recht einzusehen, warum er nicht in

dieser Richtung einen Schritt weitergehen will, warum es ihm ausgeschlossen erscheint, die käsig-exsudativen Prozesse in den Lungen als tuberkulös zu bezeichnen. Ausgeschlossen erscheint es, sie als Tuberkel zu bezeichnen, ebenso wie es ausgeschlossen ist, diesen Ausdruck auf diffuses Granulationsgewebe anzuwenden. Der Ausdruck Tuberkel reicht auch für Aschoff nicht aus, um das, was er tuberkulös nennen will, zu bezeichnen, da muß auch er den Ausdruck Granulationsgewebe anwenden; es wäre danach doch nur konsequent, den Ausdruck Tuberkel ganz zu vermeiden und auch die Knötchen Granulome, etwa, um auch ihrer Form und Größe gerecht zu werden, miliare oder submiliare Granulome zu nennen. Für eine derartige Unterdrückung des Wortes Tuberkel kann man auch die schon erwähnte Tatsache ins Feld führen, daß der frühere Tuberkel seiner Eigenartigkeit (Spezifizität) entkleidet ist und als morphologisches Gebilde nicht nur bei der Tuberkulose, sondern auch bei der Syphilis, der Lepra usw. gefunden wird. Genau genommen müßte man also wie von syphilitischen, leprösen, so auch von tuberkulösen Tuberkeln sprechen, wofür sicherlich besser »tuberkulöse miliare Granulome« gesetzt wird. So würde es gar keine Bedenken haben, von tuberkulöser Meningitis, Pneumonie usw. mit oder ohne Granulome zu sprechen.

Anscheinend am meisten Schwierigkeit macht die Benennung der nach Sitz und Art so sehr verschiedenen Lungenveränderungen, doch sind meines Erachtens hier die Schwierigkeiten unschwer zu beseitigen, sofern man sich nur entschließt, die Bezeichnung Entzündung lediglich auf die exsudativen Vorgänge anzuwenden. Da hätten wir dann also die tuberkulösen Entzündungen der regelmäßigen Lungenbestandteile, käsige Bronchitis (meist Bronchiolitis), Bronchopneumonie, Pneumonie und die tuberkulösen Entzündungen der Kavernenwandungen einerseits, anderseits die Granulombildungen, die man im einzelnen als tuberkulöse Bronchial-, interstitielle-, Gefäßgranulome usw. bezeichnen könnte. Ich meine aber, daß man hier sehr wohl in kürzerer Form eine Verständigung erzielen könnte, wenn man dafür das Hauptwort Tuberkulose gebrauchte. Daß mit Gefäßtuberkulose, mit interstitieller, peribronchialer Tuberkulose nur eine mit Granulombildung einhergehende Erkrankung gemeint sein kann, ist unschwer zu verstehen, nur bei der Bronchialtuberkulose könnte die Schwierigkeit entstehen, daß man nicht wüßte, ob eine käsig-exsudative Bronchitis oder eine granulomatöse Veränderung gemeint ist, jedoch wären die Schwierigkeiten leicht zu beseitigen, wenn man mit Bronchitis tuberculosa ausschließlich die käsig-exsudativen Veränderungen, mit Bronchialtuberkulose dagegen die granulomatösen bezeichnete; gemischte Bronchialtuberkulose würde dann beide Prozesse einschließen.

Gerade bei der Lunge spielt auch die Lokalisation und der Umfang der Krankheitsherde eine große Rolle und muß bei der Bezeichnung berücksichtigt werden. Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse bei den rein entzündlich-exsudativen Veränderungen, wobei die Bezeichnungen Bronchitis, Bronchiolitis, lobäre, lobuläre Pneumonie ohne weiteres gegeben und verständlich sind. Kleinere Entzündungsherde des alveolären Parenchyms hatte Virchow mit dem Namen miliare Pneumonien belegt. Ich halte den Vorschlag von Aschoff-Nicol[1], die Bezeichnung acinös auf Prozesse, welche auf einen Lungenacinus beschränkt sind, anzuwenden, für durchaus beherzigenswert, habe ich doch stets gelehrt, daß die Lungenloboli sich aus Acinis zusammensetzen und daß man unter Lungenacinus einen Bronchiolus respiratorius mit seinen Alveolargängen oder -röhren und den zugehörigen Alveolen zu verstehen habe. Ich bin also durchaus dafür, auf je einen Acinus beschränkte Entzündungsherde als acinös-pneumonische zu bezeichnen. Ein Bedenken, auch solche Herdchen bronchopneumonische zu nennen, habe ich nicht, da einerseits der Bronchiolus respiratorius seinem Namen nach dem Bronchialbaum angehört, andererseits, wie Beitzke[2] neuerdings betont hat, bei der acinösen Pneumonie die Exsudation in dem Bronchialbaum zentripetal weitergreift, so daß dann also nicht bloß Bronchioli respiratorii dabei beteiligt sind.

So gern ich also dem Vorschlage, einen Teil der miliaren Pneumonien künftig als azinöse zu bezeichnen, zustimme, so wenig kann ich doch anerkennen, daß man das Wort miliar einfach mit dem Worte azinös vertauschen könne, denn es gibt auch tuberkulös-pneumonische Herde, die kleiner sind als ein Acinus, für die also auch noch eine besondere Bezeichnung nötig ist, als welche die Bezeichnung miliare Pneumonie beibehalten werden kann. Außerdem spielen kleinste Entzündungsherde, die mit Acinis nichts zu tun haben, neben Granulomen (Tuberkeln) eine Rolle, für die man die Bezeichnung miliare kollaterale, oder, wenn sie einen einzelnen Tuberkel ganz umhüllen, perifokale Pneumonien gebrauchen kann. Durch Zusammenfluß kleinerer Herde entstehen die Konfluenzpneumonien verschiedenen Umfanges; haben diese eine knotenförmige Gestalt, so ist die Bezeichnung knotige (nodöse) Konfluenzpneumonie oder tuberkulös pneumonischer Konfluenzknoten am Platze. Haben solche Herde ein induriertes, meist stark anthrakotisches Zentrum, nun so kann man hinzufügen mit zentraler Induration, nur darf man nicht sagen Kollapsinduration, denn ich muß Beitzke gegenüber betonen, daß man nicht

[1] Aschoff a. a. O., Nicol, Beitr. z. Klin. d. Tub. XXX, 231, 1914.
[2] Beitzke, Ztschr. f. Tub. XXVII, 210, 1917.

nur Kollapsinduration, sondern auch solche mit drüsenartiger Umwandlung der Alveolen hier findet. Bei diesen knotigen Konfluenzherden sowie den kleineren Einzelherden ist makroskopisch meistens gar nicht zu erkennen, inwieweit bei ihnen exsudativ entzündliche, inwieweit produktive, granulomatöse Prozesse bei ihrer Bildung beteiligt sind: man wird sich also zunächst damit begnügen müssen, von miliaren, azinösen, nodösen, konfluierenden tuberkulösen Herden zu sprechen. In einer übergroßen Mehrzahl der Fälle handelt es sich mikroskopisch um eine Kombination beider Prozesse: gemischte Tuberkulose.

Daß miliare Granulome (Miliartuberkel) in der Lunge vorkommen, bezweifelt niemand, aber über ihre der Lokalisation entsprechende Benennung bestehen Unstimmigkeiten.

Ich muß hier zunächst ein paar weitere Worte über die Bezeichnung der einzelnen Bestandteile der normalen Lunge einschalten.

Halten wir uns an die Angaben Virchows, daß man in jedem Organ gewisse, ihm eigentümliche und für seine Tätigkeit bestimmte Teile als spezifische, andere für seine Zusammensetzung wichtige Teile, welche mit seiner Tätigkeit nichts zu tun haben, als nichtspezifische bezeichnet, daß diese letzten in ihrer Einrichtung vielfach mit den einfachen Geweben übereinstimmen, die sich auch an andern Orten finden und daß sie häufig als interstitielle Gewebe zwischen den spezifischen Bestandteilen der Organe vorkommen, so wird man sagen müssen, daß selbständiges interstitielles Gewebe innerhalb der Lungenläppchen nicht vorhanden, daß vielmehr bei der Lunge interstitielles Gewebe gleichbedeutend ist mit interlobulärem Gewebe, daß man also folgerichtig auch nicht von interstitiellen Tuberkeln sprechen darf, wenn solche im Gerüst der Lunge, in und zwischen den Acinis sitzen. Das alveoläre Gerüst ist der eigentümliche, für ihre Tätigkeit bestimmte Teil der Lunge, den man wie bei andern Organen das Parenchym nennen kann. Hier sitzende Granulome sind also Gerüsttuberkel oder parenchymatöse, nicht interstitielle.

Das interlobuläre Gewebe hängt einerseits mit dem subpleuralen und pleuralen (subpleurale und pleurale Tuberkel), anderseits mit dem die Arterien und Bronchen umscheidenden Gewebe zusammen. Bei den Bauchorganen, welche nur einen teilweisen Überzug von Bauchfell haben, unterscheidet man eine Veränderung dieses Bauchfells durch das Vorwort peri von derjenigen des an den nichtüberzogenen Stellen anstoßenden Bindegewebes, die mit para bezeichnet werden (Perimetritis — Parametritis, Perityphlitis — Paratyphlitis usw.), man sollte also dieses an Arterien und Bronchen anstoßende Bindegewebe parabronchiales, pararteriales nennen, es trägt aber seit langem die Be-

zeichnung peribronchiales[1], periarteriales Gewebe, und es wird der Versuch aussichtslos sein, hier eine Änderung herbeizuführen. Es gibt nun zweifellos eine exsudative Entzündung dieser Gewebe, also eine Peribronchitis und Periarteriitis, aber ich habe mich nicht davon überzeugen können, daß es hier auch eine tuberkulöse käsige exsudative Entzündung gibt, sondern ich finde, ebenso wie in der Gefäß- und Bronchialwand selbst, bei allen käsigen Veränderungen nur Granulombildung. Darum habe ich in der jüngsten Auflage meiner pathologisch-anatomischen Diagnostik auch den Ausdruck Peribronchitis caseosa ganz zurückgewiesen und nur von peribronchialer Tuberkulose gesprochen. Neben der entsprechenden bronchialen Tuberkulose habe ich, wie vorher erwähnt, noch eine Bronchitis (besser Bronchiolitis) caseosa zugelassen als Bezeichnung einer Erkrankung, bei der verkäsendes freies Exsudat in die Höhlung abgesondert wird, wie es bei der käsigen Pneumonie in bezug auf das alveoläre Parenchym der Fall ist. Sollte es, wofür ich selbst keine Beweise habe, eine dritte Bronchialveränderung geben (K. E. Ranke[2]), bei der ohne vorausgehende produktive Veränderung eine direkte Nekrose (Verkäsung) der Schleimhaut entsteht, so würde man das auch nicht als Bronchitis bezeichnen dürfen, sondern könnte es primär-käsige oder primär-nekrotisierende Bronchialtuberkulose einwandfrei, wie ich meine, bezeichnen.

Die gleiche Unterscheidung wie bei den Bronchien bzw. Bronchiolen läßt sich auch bei den tuberkulösen Erkrankungen des alveolären Parenchyms durchführen. Käsige Pneumonie ist die exsudative Veränderung, bei der freies, im frischen Stadium von Epithelien umgebenes Exsudat in den Alveolen verkäst, parenchymatöse Tuberkulose oder parenchymatöse tuberkulöse Granulombildung bedeutet die Entwicklung tuberkulösen Granulationsgewebes außerhalb der Alveolarepithelien im Lungengerüst. Es gibt aber zwei Abweichungen von diesen Grundvorgängen: die eine ist die Verfettung der Exsudatzellen (tuberkulöse Alveolarverfettung), die andere ist die intrakanalikuläre Entwicklung von Granulationsgewebe. Ich gebrauche den Ausdruck intrakanalikulär, weil dieser Prozeß nicht nur an den Alveolen, sondern auch an den Bronchiolen sowie an den Drüsenkanälen z. B. der Hoden vorkommt. Hierbei handelt es sich zunächst um eine extraepitheliale Neubildung von Granulationsgewebe,

[1] Es beruht auf einem Mißverständnis, wenn Nicol (a. a. O.) meint, ich hätte in einer Arbeit die Bezeichnung peribronchial im Sinne des um die Bronchen herumliegenden respirierenden Parenchyms aufgefaßt; ich habe dabei immer zunächst an das die Bronchen umhüllende Bindegewebe gedacht.

[2] Ranke, D. Arch. f. klin. Med. 119, S. 201, 1916.

die das Epithel vor sich herschiebt, also doch immer, auch wenn sie die spezifischen Wandbestandteile, z. B. die elastischen Fasern, hinter sich läßt, noch außerhalb des Kanallumens, das vom Epithel umgrenzt wird, also extrakanalikulär gelegen ist. Es ist dieser Vorgang zu vergleichen mit der Beeinträchtigung des Gefäßlumens durch Arterio- oder Phlebosklerose, wobei das Endothel auch das verengte Lumen überzieht, wie es zunächst bei den tuberkulösen Hodenkanälchen, bei den tuberkulösen Bronchen und bei den zu einem Spalt durch das vorwachsende Granulationsgewebe umgewandelten Lungenalveolen das Epithel tut. Dieses pflegt freilich zugrunde zu gehen, und ist das Lumen dadurch eröffnet, dann ragt das Granulationsgewebe wirklich in dasselbe hinein, dann liegt es intrakanalikulär, aber diese Lage ist keine primäre, sondern eine sekundäre. Das muß aus der Bezeichnung hervorgehen, die also zu lauten hat: sekundär-intrakanalikuläre Tuberkulose oder tuberkulöse Granulombildung. Durch sie kann der Kanal oder ein Kanalsystem vollständig ausgefüllt werden, es wäre aber nicht geeignet, in solchem Falle von einem Ausguß des Systems durch Granulationsgewebe zu sprechen, denn bei einem Ausguß findet sich die ausgießende Masse primär frei im Lumen. Bei einer obliterierenden Arteriosklerose wird niemand von einem Ausguß der Gefäßlichtung durch Bindegewebe sprechen wollen.

So wäre also auch der Zustand zu beurteilen, wie ihn NICOL für seine azinösen tuberkulösen Herde beschreibt, wo das ganze Höhlensystem eines Lungenacinus durch tuberkulöses Granulationsgewebe erfüllt ist. Ich teile übrigens die Ansicht BEITZKES, daß diese Ausfüllung bei den azinösen Herdchen mehr durch verkäsendes Exsudat als durch verkäsendes Granulationsgewebe geschieht.

Gerade in der tuberkulösen Lunge kommt nun aber auch noch eine zweite Art von Granulombildung in den Alveolen vor, bei der das Gewebe die histologischen Eigentümlichkeiten des tuberkulösen Granulationsgewebes (epithelioide und Riesenzellen, Tuberkelbazillen) darbieten kann, aber auch gewöhnlichem, nichtspezifischem Granulationsgewebe gleichen kann, das fibrös sich umzuwandeln, aber auch zu verkäsen vermag, so daß doch auch es schließlich als tuberkulös, als Wirkung von Tuberkelbazillen anzusehen ist, geradeso wie man bei einer in charakteristischer Weise verdickten Tiba eines Syphilitischen von syphilitischer Hyperostose spricht. Bei dieser zweiten Art geht die Entwicklung des Gewebes von vornherein innerhalb des Alveolarlumens vor sich, also primär intrakanalikulär, soweit das Granulationsgewebe in Betracht kommt, aber doch wieder sekundär insofern, als eine Erfüllung der Alveolen durch Exsudat vorausgeht, dessen geronnene Bestandteile gewissermaßen die Leitseile für die

vordringenden Fibroblasten darstellen. Es handelt sich also um eine sekundäre Gewebsbildung, die mit der in einen Gefäßthrombus einsprossenden Bindegewebswucherung verglichen werden kann, so daß man von einer organisierenden Neubildung reden darf. Wir haben also hier eine intrakanalikuläre organisierende Granulombildung oder können. da für ähnliche Vorgänge im Anschluß an die gewöhnliche fibrinöse Pneumonie der Ausdruck Karnifikation in Gebrauch ist, die kurze Bezeichnung *tuberkulöse Karnifikation* anwenden.

Wie es eine sekundäre tuberkulöse Pneumonie neben und um Tuberkel herum gibt, so gibt es auch sekundäre Granulombildung um pneumonische Herde herum, für die man ebenfalls die Bezeichnung *kollaterale* oder *perifokale* anwenden, die man aber auch, da gerade sie gern indurieren und eine Art Abkapselung bewirken, als *kapsuläre* Granulombildung bezeichnen kann; sie bewirkt bei fibröser Umwandlung eine kapsuläre Induration.

Da in dem interstitiellen, peribronchialen und periarterialen Bindegewebe die *Lymphgefäße* der Lunge gelegen sind, so ist es klar, daß diese bei einer in jenem Gewebe lokalisierten Tuberkulose nicht unbeeinflußt bleiben werden. Tatsächlich breitet sich denn auch eine solche Tuberkulose offenbar gern auf dem Lymphwege weiter aus. Das trifft vor allem für jene chronischen indurativen Granulombildungen zu, bei welchen man ein graues Maschenwerk mit eingestreuten, manchmal reihenweise angeordneten Knötchen sieht, die mikroskopisch besonders häufig faserreich sind (fibröse Tuberkel). Wir haben seither diese Veränderung als *chronische Miliartuberkulose* bezeichnet, und ich sehe keinen Grund, eine andere zu wählen. Wenngleich auch bei den übrigen tuberkulösen Erkrankungen zweifellos für die Weiterverbreitung der Bazillen der Lymphweg in den Lungen eine Rolle spielt, so tritt er doch ebenso zweifellos gegenüber dem Bronchialweg weit zurück, und ich kann das Bedürfnis nicht anerkennen, von einer besonderen Lymphgefäßtuberkulose, gar von einer Lymphangitis tuberculosa in den Lungen zu sprechen. Will man gegebenen Falles die Beteiligung der Lymphgefäße an der Entstehung einer örtlichen tuberkulösen Erkrankung zum Ausdruck bringen, so kann man das Beiwort lymphogen anwenden.

So kann man die *umschriebene*, um ältere Käseherde der Lunge selbst oder benachbarter Lymphdrüsen auftretende *disseminierte Miliartuberkulose* eine *lymphogene* nennen, im Gegensatze zu der *allgemeinen disseminierten Miliartuberkulose*, welche eine *hämatogene* Erkrankung darstellt. Bei jener handelt es sich ebenso wie bei der erwähnten chronischen Miliartuberkulose vorzugsweise um miliare bzw. submiliare Granulombildung, während bei dieser, wenn

auch nicht mit bloßen Augen, so doch mikroskopisch in bezug auf das Lungenparenchym eine granulomatöse (produktive) und eine pneumonische bzw. gemischte exsudative Form unterschieden werden kann. Auch bei dieser fehlen die Granulome nicht; sie finden sich wie bei der granulomatösen Form außer im Parenchym im peribronchialen und periarterialen, im interstitiellen wie im subpleuralen und pleuralen Gewebe, sie finden sich in der Wand (auch Schleimhaut) der Bronchen, der Arterien und Venen.

Werfen wir nun noch einen kurzen Blick auf die tuberkulöse Lunge im ganzen, so braucht nicht weiter erörtert zu werden, was man unter einer deszendierenden, unter einer Aspirations- und Perforationstuberkulose der Lungen, was unter einem Primär- und Sekundärherd zu verstehen habe. Ich möchte nur das eine hervorheben, daß ein primärer Herd (Initialaffekt) nur ganz ausnahmsweise zur mikroskopischen Untersuchung gelangt, daß man aber häufig genug ganz junge Sekundärherde untersuchen kann, von denen ich auch heute noch meine, daß sie gewisse Analogieschlüsse auf die Entwicklung der Primärherde gestatten, wenn ich auch keineswegs damit sagen will, daß man ohne weiteres das bei den Sekundärherden Festgestellte auf die Primärherde übertragen darf. Habe ich doch selbst zuerst darauf aufmerksam gemacht[1], wie bei Tieren der Verlauf einer Neuinfektion in den Lungen ein anderer ist, wenn bereits früher eine tuberkulöse Erkrankung überstanden worden ist. Ich bin durchaus nicht der Meinung, daß es sich dabei nur etwa um eine quantitative Änderung handelt, lasse vielmehr auch eine qualitative zu und rechne daher auch damit, daß der erste Herd in einer sonst gesunden Lunge eine andere Entstehung und anderen Verlauf haben kann als ein in einer schon tuberkulösen Lunge neu entstehender Herd. Ich möchte aber doch glauben, daß es sich dabei mehr um die Mischung der verschiedenartigen Prozesse und ihren Verlauf handelt, daß aber die Granulombildung an sich, die käsige Exsudatbildung an sich und vor allem, daß die Angriffspunkte der Tuberkelbazillen eine wesentliche Verschiedenheit nicht darzubieten brauchen.

Ich kann hier auf die sicherlich sehr interessante Frage der Stadieneinteilung der Lungentuberkulose, ihre Beziehung zu Disposition und Immunität, zu endogener und exogener Reinfektion, ihre Beziehung zur ärztlichen Praxis nicht weiter eingehen, sondern will nur noch einmal kurz zusammenstellen, welche Bezeichnungen mir geeignet erscheinen für die einzelnen Prozesse, aus denen sich das Gesamtbild der tuberkulösen Lunge zusammensetzt, wobei ich vorausschicke, daß alle

[1] Orth, Berl. Klin. Wochenschr. 1906, Sitzungsber. d. Med. Ges. vom 2. Mai 1906.

käsigen Prozesse zu Höhlenbildung, der sichtbaren Phthisis der Lungen führen können, sei es durch gleichmäßig fortschreitenden Zerfall der käsigen Massen (Ulzeration), sei es durch Sequestration kleinerer oder größerer abgestorbener Gewebsteile. In den tuberkulösen Höhlen findet man Arterienäste enthaltende Leisten (Kavernenleisten) oder Balken (Kavernenbalken), gelegentlich Kavernenaneurysmen.

I. Exsudativ entzündliche Veränderungen mit entsprechender, auf die Entzündung hinweisender Bezeichung. Käsige Pneumonie: primäre lobäre Form, sekundäre lobäre Form durch konfluierende Bronchopneumonie, lobuläre Form, Bronchopneumonie, miliare Pneumonie (soweit als solche nachweisbar: azinöse Pneumonie), aus deren Zusammenlagerung die pneumonisch-nodöse Tuberkulose entsteht, kollaterale und perifokale Pneumonie, bei der besonders gern Alveolarverfettung auftritt.

II. Produktive Veränderungen, Granulombildung. Diffuse-miliare Granulome. Die miliaren können sein ihrem Sitze nach: interstitielle, periarteriale und peribronchiale, venöse, arteriale, bronchiale, parenchymatöse. Bei den beiden letzten die Unterarten: sekundär intrakanalikuläre (hierher gehörig Aschoff-Nicols azinöse Tuberkulose), Karnifikation. Durch Zusammenlagerung entstehen die granulomatösen Knoten (produktiv-nodöse Tuberkulose, A.-N.s azinösnodöse Phthise), die von den pneumonischen nicht makroskopisch unterschieden werden können, darum zunächst kurz: nodöse Konglomerattuberkulose. Mit konfluierender Tuberkulose mag man die größeren Herde bezeichnen. Kollaterale, perifokale, kapsuläre Granulombildung.

Aus diesen Einzelelementen besondere Namen für die Gesamtlungenveränderung machen zu wollen, wäre ein aussichtsloses Beginnen, denn der Kombinationen verschiedenartiger Veränderungen, teils an der gleichen Stelle, teils an verschiedenen Lungenabschnitten, von exsudativen — produktiven, jüngeren — älteren, indurierenden und schrumpfenden — verkäsenden und erweichenden, ruhenden — mehr oder weniger schnell fortschreitenden Prozessen gibt es unzählige, und keine tuberkulöse Lunge gleicht der anderen. Jeder Einzelfall will für sich beurteilt werden und läßt sich niemals restlos in ein Schema einzwängen. —

Es bedarf heutzutage keiner Begründung mehr, daß bei der Entstehung der tuberkulösen Veränderungen komplizierte toxische Vorgänge mitspielen, die teils an die Anwesenheit von Bazillen geknüpft sind, teils fern von ihnen zustande kommen können. Über die Fernwirkungen im strengen Sinne des Wortes, die Wirkungen eines lokalen Bazillenherdes in entfernten Organen, ja im ganzen Körper auf bloß toxischem Wege, möchte ich noch ein paar Worte sagen. Wenn

auch dabei vielleicht exsudative oder produktive Vorgänge eine Rolle spielen können (Dermatosen), so handelt es sich doch im wesentlichen um rückgängige Ernährungsstörungen, welche in ihrer Art und Entstehung noch längst nicht genügend bekannt sind. Hierher gehören die Anämie, die vasomotorischen Störungen, die dyspeptischen Erscheinungen, die Abmagerung, das Fieber, alles schon Frühsymptome, die zweifellos nicht Ursachen, sondern schon Folgen einer tuberkulösen Erkrankung sind und denen darum auch die Kennzeichnung als tuberkulöse zukommt. Es muß ihnen eine Toxinämie zugrunde liegen, die im Gegensatze zu der Bazillämie dauernd, wenn auch in wechselndem Grade vorhanden ist, am stärksten natürlich, wenn die Krankheit im lebhaften Fortschreiten begriffen ist, wenn neue örtliche Herde sich bilden. Pathologisch-anatomisch läßt sich vor allem eine hierher gehörige Veränderung nachweisen, das ist die degenerative Veränderung von Nierenepithelien, welche sich in diffuser Ausbreitung und unabhängig von Granulombildungen in den Nieren besonders solcher tuberkulöser Menschen findet, welche an akuter disseminierter allgemeiner Miliartuberkulose gestorben sind. Man darf hier nicht von Nierentuberkulose schlechtweg sprechen, denn bei diesem Worte denkt man immer zunächst an lokalisierte Granulombildung, auch diffuse Nierentuberkulose würde nicht genügen, sondern es muß die rein toxische Natur der Veränderung auch in der Bezeichnung zum Ausdruck gebracht werden. So ließe sich schon hören: diffuse degenerative toxische Nierentuberkulose, besser aber erscheint mir, das Kausale nur durch ein Eigenschaftswort auszudrücken und von toxisch-tuberkulöser degenerativer Nephropathie oder kürzer von toxisch-tuberkulöser Nephrose zu sprechen.

Es bleibt ein letzter Punkt zu erwähnen übrig, wegen dessen Virchow Bedenken gegen die neue Nomenklatur geltend gemacht hat, die Benennung der sowohl im Anschluß an Tuberkulose wie an Syphilis auftretenden Amyloid-Metamorphose, wie Virchow sagte, oder Amyloidose, wie man jetzt zu sagen pflegt. Virchow meinte, wollte man das Amyloid syphilitisch oder tuberkulös nennen, so würden dadurch nur Mißverständnisse hervorgerufen und das wirkliche Verständnis schwer geschädigt werden. Wenn dies wirklich der Fall wäre, so würde gerade der Umstand, daß es gleichmäßig für die Tuberkulose und die Syphilis gilt, beweisen, daß der Fehler nicht an der Nomenklatur der Tuberkulose liegt, denn bei der Syphilis haben wir ja den botanischen Namen des Erregers (Spirochaete pallida) und eine Krankheitsbezeichnung, welche mit Krankheitsprodukten gar nichts zu tun hat. Im übrigen weise ich darauf hin, daß der Nachweis noch aussteht, daß Toxine der Tuberkelbazillen mit der Ent-

stehung der Amyloidose etwas zu tun haben, ob nicht vielmehr die Erreger von Mischinfektionen für sie verantwortlich sind. Die Bezeichnung phthisische Amyloidose wäre demnach vielleicht besser als diejenige »tuberkulöse«, obgleich ich auch darin keine Schwierigkeit für das Verständnis sehen würde, da jedermann wohl leicht begreifen würde, daß tuberkulöse Amyloidose nichts anderes bedeuten soll und kann als Amyloidose bei Tuberkulose. —

Ich hoffe gezeigt zu haben, daß wir allen Anforderungen an die Namengebung gerecht werden können unter Zugrundelegung der Bezeichnungen Tuberkulose für die Krankheit, Tuberkelbazillen für ihre Erreger.

Ausgegeben am 15. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1917 XLV. XLVI. XLVII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER



Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder …sonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die …gen dafür (Zeichnungen, photographische Original…ahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch … getrennten Blättern, einzureichen

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in …r Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
XLV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



15. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Penck sprach über die Poebene.

Die Oberflächengestalt der Poebene kann aufgefaßt werden als eine Serie von Schuttkegeln, die durch die aus den Alpen und aus dem Apennin kommenden Flüsse aufgeschüttet worden sind. Aber nur wenige Schuttkegel reichen bis an den Fuß der Alpen, und nur die allerwenigsten wachsen heute noch fort. Die meisten stoßen an die großen Moränenamphitheater, und hier erweist sich ihr eiszeitliches Alter. Jünger sind ihre Fußpartien; eine scharfe Abgrenzung der quartären und rezenten Kegelstücke ist nicht durchführbar. Die höheren Kegelstücke bilden die trockene Ebene. die tieferen die nasse; auf der trockenen Ebene sind die Flüsse verwildert, in der nassen mäandrieren sie; im Bereiche der rezenten Anschwemmungen fließen sie eingedeicht auf ziemlich hohen Dämmen. Unter der Poebene befindet sich ein Massenüberschuß, der sich ein Stück weit in die südlichen Alpen hinein erstreckt, während der alpine Massendefekt bis in das nördliche Alpenvorland reicht.

Ausgegeben am 29. November.



SITZUNGSBERICHTE

1917.
XLVI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Einstein sprach über eine Ableitung des Theorems von Jacobi.

Formt man die kanonischen Gleichungen der Dynamik um nach dem Gesichtspunkte, daß man die Impulse p_ν als Funktionen der Koordinaten q_i und der Zeit t ansieht, so erhält man für die p_ν ein System von partiellen Differentialgleichungen. Diese führen direkt zur Hamilton-Jacobischen Differentialgleichung, wenn man verlangt, daß das Vektorfeld der p_ν von einem Potential J ableitbar sei. Die Ableitung des Theorems wird vervollständigt durch Formulierung der Tatsache, daß auch die Ableitungen von J nach Integrationskonstanten die Hamiltonsche Differentialgleichung lösen.

Eine Ableitung des Theorems von Jacobi.

Von A. Einstein.

Bekanntlich lassen sich die kanonischen Gleichungen der Dynamik

$$\frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \tag{1}$$

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \tag{2}$$

wobei H im allgemeinsten Falle eine Funktion der Koordination q_i, der Impulse p_i und der Zeit t ist, nach Hamilton-Jacobi dadurch integrieren, daß man eine Funktion J der q_i und der Zeit t als Lösung der partiellen Differentialgleichung

$$\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H} = 0 \tag{3}$$

bestimmt. Dabei entsteht $\bar{H}$ aus H, indem man in H die p_i durch die Ableitungen $\frac{\partial J}{\partial q_i}$ ersetzt. Ist J ein vollständiges Integral dieser Gleichungen mit den Integrationskonstanten α_i, so wird das System (1), (2) der kanonischen Gleichungen allgemein integriert durch die Gleichungen

$$\frac{\partial J}{\partial q_i} = p_i \tag{4}$$

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha_i} = \beta_i. \tag{5}$$

Daß die Erfüllung von (3), (4) und (5) zur Folge hat, daß den kanonischen Gleichungen (1), (2) Genüge geleistet wird, wird in allen eingehenderen Lehrbüchern der Dynamik durch Rechnung verifiziert. Hingegen ist mir kein naturgemäßer, von überraschenden Kunstgriffen freier Weg bekannt, um von den kanonischen Gleichungen zu dem Hamilton-Jacobischen System (3), (4), (5) zu gelangen. Ein solcher ist im folgenden gegeben.

Gebe ich für eine bestimmte Zeit t_0 den Koordinaten q_i^0 und die zugehörigen Impulse p_i^0 des Systems, so ist dessen Bewegung durch

(1) und (2) bestimmt. Ich stelle diese Bewegung dar als Bewegung eines Punktes im n-dimensionalen Koordinatenraum der q_i. Denke ich mir zur Zeit t_0 für alle Punkte (q_i) des Koordinatenraums die Impulse p_i^0 von den Gleichungen (1) und (2) entsprechenden Systemen gegeben, derart, daß die p_i^0 stetige Funktionen der q_i sind, so ist durch diese Anfangsbedingung die Bewegung all dieser Punkte vermöge (1) und (2) bestimmt. Wir nennen den Inbegriff all dieser Bewegungen ein »Strömungsfeld«.

Statt nun dieses Strömungsfeld im Sinne von (1) und (2) so zu beschreiben, daß ich Koordinaten und Impulse jedes Systempunktes in Funktion der Zeit gegeben denke, kann ich auch den durch die p_i gemessenen Bewegungszustand an jeder Stelle (q_i) als Funktion der Zeit t gegeben denken, so daß die q_i und t als unabhängige Variable anzusehen sind. Beide Darstellungsweisen entsprechen genau denjenigen in der Hydrodynamik, welche den »Lagrangeschen« bzw. »Eulerschen« Bewegungsgleichungen der Flüssigkeiten zugrunde liegen.

Im Sinne der zweiten Darstellungsweise habe ich die linke Seite von (1) durch

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \sum_\nu \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu} \frac{d q_\nu}{dt}$$

zu ersetzen, wofür gemäß (2)

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu}$$

gesetzt werden kann. Es gilt also gemäß (1) das Gleichungssystem

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial q_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu} \frac{\partial p_i}{\partial q_\nu} = 0 . \tag{6}$$

Die $\frac{\partial H}{\partial q_i}$ und $\frac{\partial H}{\partial p_i}$ sind bekannte Funktionen der q_i, der p_i und der Zeit t. Es ist also (6) das System von partiellen Differentialgleichungen, denn die Komponenten p_i des Impulsvektors des Strömungsfeldes genügen.

Es liegt nun die Frage nahe, ob es Strömungsfelder gibt, in welchen der Impulsvektor ein Potential besitzt, so daß den Bedingungen genügt ist

$$\frac{\partial p_i}{\partial q_k} - \frac{\partial p_k}{\partial q_i} = 0 \tag{7}$$

$$p_i = \frac{\partial J}{\partial q_i} . \tag{7a}$$

Ist (7) erfüllt, so nimmt (6) die Form an

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \left(\frac{\partial H}{\partial q_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu}\frac{\partial p_\nu}{\partial q_i}\right) = 0 .$$

Das zweite Glied ist die vollständige Ableitung von H nach der Koordinate q_i. Bezeichnet man mit $\bar{H}$ diejenige Funktion der q_i und der Zeit t, welche aus H entsteht, wenn in H die p_i durch die q_i und t ausgedrückt werden, so hat man also

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{H}}{\partial q_i} = 0 ,$$

oder, indem man gemäß (7a) die Potentialfunktion J einführt,

$$\frac{\partial}{\partial q_i}\left(\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H}\right) = 0 .$$

Man genügt diesen Gleichungen, indem man für J die Differentialgleichung

$$\frac{\partial J}{\partial t} + \bar{H} = 0$$

vorschreibt, welche nichts anderes ist als die Hamiltonsche Gleichung (3). Sie löst in Verbindung mit (7a) die Gleichungen (6) des Strömungsfeldes.

Zu den Gleichungen (5) aber gelangen wir auf folgende Art. Ist J ein vollständiges Integral mit den willkürlichen Konstanten α_i, so muß (3) gültig bleiben, wenn man in J α_i durch $\alpha_i + d\alpha_i$ ersetzt. Es muß also gelten

$$\frac{\partial^2 J}{\partial t\,\partial \alpha_i} + \sum_\nu \frac{\partial H}{\partial p_\nu}\frac{\partial^2 J}{\partial q_\nu\,\partial \alpha_i} = 0 .$$

Dafür kann man wegen (2) schreiben

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \sum_\nu \frac{dq_\nu}{dt}\frac{\partial}{\partial q_\nu}\right)\left(\frac{\partial J}{\partial \alpha_i}\right) = 0 .$$

Der eingeklammerte Operator ist aber mit dem Operator $\left(\frac{d}{dt}\right)$ identisch, eine zeitliche Ableitung im Sinne der »Lagrangeschen« Beschreibungsweise. Es bleibt also $\frac{\partial J}{\partial \alpha_i}$ für ein System während dessen Bewegung konstant, und es gilt daher für die Bewegung eines Systempunktes ein Gleichungssystem von der Form (5).

Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfelde.

Von Dr. Adolf Schmidt
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Hellmann am 8. November 1917 [s. oben S. 579].)

Bei den zur Bestimmung des Produkts MH des magnetischen Moments eines Stabes und der horizontalen Feldstärke des Erdmagnetismus dienenden Schwingungsbeobachtungen pflegt man ganz allgemein unter H den Mittelwert dieser Größe während der ganzen von der Beobachtung eingenommenen Zeit zu verstehen. Es kann dieses Verfahren für die Zwecke der gewöhnlichen Intensitätsmessungen als ausreichend gelten, wofern man nur Zeiten merklicher magnetischer Unruhe ausschließt. Daß es aber während stärkerer Schwankungen des erdmagnetischen Zustandes nicht genügt, hat bereits Lamont hervorgehoben[1], ebenso, daß vor allem plötzliche Änderungen einen besonders nachteiligen Einfluß üben[2]. Er begnügt sich indessen mit dem Rat, zur Zeit von Störungen Schwingungsbeobachtungen zu unterlassen und geht auf die Frage nicht näher ein. Bei der weiterhin behandelten Aufgabe der Reduktion der Beobachtungen beschränkt er sich noch mehr, indem er — offenbar unter der stillschweigenden Annahme eines gleichförmigen (d. h. zeitlich linearen) Verlaufs der H-Werte — einfach den Durchschnitt aus dem Anfangs- und dem Endwert benutzt und zur Verringerung des störenden Einflusses der Schwankungen empfiehlt, die Gesamtdauer einer Messung möglichst kurz zu wählen[3]. Er selbst, so bemerkt er, nehme sie nie länger als 5 bis 7 Minuten. Nun ist es aber im Gegenteil wünschenswert, diese Dauer so weit wie möglich auszudehnen, denn der absolute Fehler, dem man bei ihrer Bestimmung ausgesetzt ist, hängt fast gar

[1] Handbuch des Erdmagnetismus. Berlin 1849. S. 66, Anm.

[2] Die Wirkung momentaner Stöße untersucht in Anwendung auf die Multiplikations- und die Zurückwerfungsmethode E. Dorn. Ann. Phys. 17 (1882), S. 654.

[3] A. a. O. S. 166, Anm.

nicht von ihrer Länge ab, und der relative ist daher dieser Länge umgekehrt proportional. Hält man dagegen nach Lamonts Vorschlag einen ziemlich niedrigen Höchstwert des einzelnen Schwingungssatzes fest, so läßt sich zwar durch hinreichend häufige Wiederholung der Messung gleichfalls die gewünschte Verschärfung des Ergebnisses erzielen; die Genauigkeit nimmt aber dann nur mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der Sätze und damit der Gesamtdauer der Beobachtung zu. Die exakte Reduktion der Schwingungen in einem beliebig veränderlichen Felde stellt daher eine nicht unwichtige Aufgabe dar, und dies um so mehr, als sie gelegentlich selbst schon während magnetisch ruhiger Zeiten auf merkliche Korrektionen führt, dann nämlich, wenn der Gang der Feldstärke, wie beispielsweise während der täglichen Extreme, nicht der Zeit proportional ist.

Trotzdem hat die Frage wenig Beachtung gefunden. Eine eingehendere Behandlung hat ihr nur E. Leyst gewidmet[1]. In ungemein ausführlicher, die Aufgaben der Observatoriumspraxis im einzelnen berücksichtigender Weise untersucht er den Einfluß, den die Schwankungen der Horizontalintensität haben, während er von demjenigen der Deklinationsvariationen absieht. Er setzt bei seinen Entwicklungen nur voraus, daß H während der Dauer jeder einzelnen Schwingung so wenig veränderlich sei, daß für diese kurze Zeit mit seinem Mittelwert gerechnet werden darf. Diese Voraussetzung trifft sicherlich in der großen Mehrzahl aller Fälle hinreichend zu, um bei den laufenden Beobachtungen der Magnetwarten, bei denen man ungünstige Zeiten leicht vermeiden kann, unbedenklich gemacht zu werden. Dagegen wird man bei fundamentalen, die äußerste erreichbare Schärfe anstrebenden Messungen auf eine genauere, von dieser Voraussetzung freie Untersuchung der Frage nicht verzichten können, wäre es selbst nur, um die Grenzen ihrer Berechtigung festzustellen und um die davon abhängige Zuverlässigkeit der einzelnen Beobachtung richtig beurteilen zu können. Es ist ohne weiteres klar, daß insbesondere einerseits momentane (d. h. praktisch genommen schnelle, heftige), anderseits periodische Feldänderungen (Pulsationen, Elementarwellen) geeignet sind, einen merklichen Einfluß zu üben. Die folgende Untersuchung soll indessen nicht auf diese, allerdings wichtigsten speziellen Fälle beschränkt, sondern möglichst allgemein durchgeführt werden. Vom mathematischen Gesichtspunkte aus brauchen dabei keinerlei einschränkende Voraussetzungen über die Schwankungen des Feldes gemacht zu werden. Indessen entspricht es der Natur der zugrunde liegenden physikalischen Aufgabe, die Forderung

[1] Repertorium für Meteorologie Bd. X, Nr. 11. St. Petersburg 1887. Fehler bei Bestimmung der Schwingungsdauer von Magneten und ihr Einfluß auf absolute Messungen der Horizontalintensität des Erdmagnetismus.

aufzustellen, daß die Bewegung den Charakter einer Schwingung im eigentlichen Sinne, d. h. des nach Dauer und Lage nur allmählich veränderlichen Hin- und Hergehens zwischen zwei Umkehrstellen besitzen soll. Diese Bedingung engt den Bereich der zulässigen Feldschwankungen um so weniger ein, je größer die Anfangsamplitude ist. Die tatsächlich vorkommenden Schwankungen sind übrigens fast stets wesentlich kleiner, als sie hiernach sein dürften, und sie können in den meisten Fällen als kleine Größen behandelt werden, deren Produkte und Potenzen zu vernachlässigen sind.

Zur Vereinfachung der Darstellung sind die folgenden Entwicklungen auf den speziellen Fall der Schwingungen eines Magnetstabs im erdmagnetischen Felde bezogen, von dem auch die vorhergehenden Betrachtungen ausgingen. Die Ergebnisse haben aber natürlich eine allgemeinere Bedeutung; sie gelten für alle Schwingungen unter dem Einflusse irgendeiner nach Stärke und Richtung beliebig veränderlichen Kraft, die in jedem Augenblick nach einem bestimmten Punkte gerichtet und dem Abstand von diesem annähernd proportional ist.

I.

Es sei M die horizontale Komponente des Moments eines in der Horizontalebene schwingenden Magnets und σ der Winkel, den die Projektion seiner Achse auf diese Ebene mit einer festen Anfangsrichtung bildet, die der Einfachheit halber mit der torsionsfreien Lage übereinstimmen und sehr nahe in die Mittellage des magnetischen Meridians fallen möge. Die Horizontalintensität des Erdmagnetismus sei H, ihr nach dem soeben Festgesetzten stets kleiner Winkel mit der Anfangsrichtung δ und die Direktionskraft der Aufhängung D. Das im Augenblick t wirksame, σ zu verringern suchende Drehmoment ist dann

$$MH \sin(\sigma - \delta) + D\sigma,$$

und es gilt somit, wenn noch J das Trägheitsmoment des schwingenden Systems bezeichnet, die Bewegungsgleichung

$$\frac{d^2\sigma}{dt^2} = -\frac{MH \sin(\sigma - \delta) + D\sigma}{J}. \tag{1}$$

Hierin sind H und δ unregelmäßig veränderliche Größen, deren zeitlicher Verlauf durch registrierte Kurven gegeben zu denken ist, während ihre absoluten Werte nur näherungsweise bekannt sind. Insbesondere hat man

$$H = H_0(1 + h),$$

worin H_0 die als Endergebnis der Messung gesuchte Größe — den absoluten Betrag der einer bestimmten mittleren Ordinate der Kurve

zugehörigen Horizontalintensität — bezeichnet. δ und h sind, wie schon bemerkt wurde, im allgemeinen als kleine Größen zu betrachten; sie werden selten einige Tausendstel überschreiten. Doch ist diese Annahme nicht wesentlich; insbesondere wird die im Folgenden abgeleitete allgemeine Lösung davon nicht berührt.

M, D und J sollen als Konstanten betrachtet werden. Sie hängen allerdings ein wenig von der Temperatur ab. Da man diese aber bei allen feineren Messungen sehr nahe unverändert hält, so genügt es vollständig, mit den Mittelwerten jener Größen zu rechnen. Übrigens hat es auch keine Schwierigkeit, ihre etwaigen stärkeren Schwankungen streng zu berücksichtigen, was am einfachsten durch kleine an h anzubringende Korrektionen geschieht.

Setzt man nun zunächst voraus, daß $(\sigma-\delta)$ stets klein genug bleibt, um in (1) an Stelle von $\sin(\sigma-\delta)$ treten zu können, führt man ferner das Torsionsverhältnis $\mathfrak{h} = D : MH_0$ und den Parameter $\alpha^2 = MH_0(1+\mathfrak{h}) : J$ ein, so nimmt (1) die Gestalt an

$$\ddot{\sigma} = -\alpha^2[(1+h)(\sigma-\delta)+\mathfrak{h}\sigma] : (1+\mathfrak{h}).$$

Die Gleichgewichtslage $\sigma = \eta$ ist hiernach durch

$$\eta = (1+h)\delta : (1+\mathfrak{h}+h)$$

definiert, wofür bis auf Größen 3. Ordnung (wofern auch $\mathfrak{h}$ als klein von der 1. Ordnung gelten darf) $\eta = \delta : (1+\mathfrak{h})$ gesetzt werden kann. Durch Einführung von η statt δ und von x für $h:(1+\mathfrak{h})$ erhält man aus der vorhergehenden Gleichung

$$\ddot{\sigma} = -\alpha^2(1+x)(\sigma-\eta) = -\omega^2(\sigma-\eta). \tag{2}$$

Diese Beziehung bleibt gültig, wenn die zuvor über $(\sigma-\delta)$ gemachte Voraussetzung fallen gelassen wird; man braucht dazu nur in das variable ω^2 den Faktor $\sin(\sigma-\delta):(\sigma-\delta)$ aufzunehmen, den man in weitgehender Näherung durch $\sin(\sigma-\eta):(\sigma-\eta)$ ersetzen kann.

Ist das Feld unveränderlich, also $x = \text{const}$, $\eta = \text{const}$, so folgt

$$\sigma = \eta + s\sin(\omega t+\beta) = \eta + s\sin\phi. \tag{3}$$

Es liegt nahe, die Form dieser Lösung auch im Falle eines veränderlichen Feldes beizubehalten und zu diesem Zwecke für die Amplitude s und den Phasenwinkel ϕ passende Funktionen von x und η einzuführen, auf deren Bestimmung dann die Aufgabe hinauskommt. Fügt man die weitere Bedingung

$$\dot{\sigma} = \omega s\cos\phi \tag{4}$$

hinzu, so definieren die hieraus in Verbindung mit (3) folgenden Werte von s und ϕ diejenige harmonische Schwingungsbewegung, die bei

dem augenblicklichen, durch ω und η gekennzeichneten Zustande des Feldes mit der tatsächlichen Bewegung nach Lage und Geschwindigkeit übereinstimmt, mit andern Worten diejenige, die vor sich gehen würde, wenn ω und η von nun an ihren derzeitigen Wert unverändert beibehielten. Man könnte sie nach Analogie eines in der theorischen Astronomie gebräuchlichen Ausdrucks die oskulierende Schwingung nennen.

Die hiernach bei dieser Deutung von s und ϕ für jeden Augenblick streng erfüllten und somit dauernd gültigen Gleichungen

$$(5)\qquad \sigma = \eta + s\sin\phi \qquad \dot\sigma = \omega s\cos\phi \qquad \ddot\sigma = -\omega^2 s\sin\phi$$

oder, wenn

$$(6)\qquad s\sin\phi = u \qquad s\cos\phi = v$$

gesetzt wird,

$$\sigma = \eta + u \qquad \dot\sigma = \omega v \qquad \ddot\sigma = -\omega^2 u$$

geben in dieser letzten Form sofort die Lösung

$$(7)\qquad \ddot u = -\omega^2 u - \ddot\eta \qquad v = (\dot u + \dot\eta) : \omega\,.$$

Wenn ω und η als analytische Funktionen der Zeit gegeben sind, ist damit die Aufgabe grundsätzlich erledigt. Dagegen gestattet diese Lösung keine unmittelbare Anwendung auf den gerade hier vorzugsweise betonten Fall eines ganz beliebigen unregelmäßigen Verlaufs jener Größen, wofern man nicht zur Integration der Differentialgleichung für u einen besonderen integraphenartigen Apparat schaffen will. Es erweist sich als zweckmäßig, in diesem Falle die Variabeln s und ϕ beizubehalten und das obige System der drei Grundgleichungen in seiner ersten Gestalt zu verwenden. Durch Differentiation der beiden ersten Gleichungen und Einsetzung der dadurch für $\dot\sigma$ und $\ddot\sigma$ erhaltenen Ausdrücke in die beiden letzten folgt dann

$$\dot s\sin\phi + s\dot\phi\cos\phi = \omega s\cos\phi - \dot\eta$$
$$\omega\dot s\cos\phi - \omega s\dot\phi\sin\phi = -\omega^2 s\sin\phi - \dot\omega s\cos\phi$$

und hieraus weiter

$$(8)\qquad \begin{aligned} \dot\phi &= \omega + \frac{\dot\omega}{\omega}\sin\phi\cos\phi - \frac{\dot\eta}{s}\cos\phi \\ \frac{\dot s}{s} &= -\frac{\dot\omega}{\omega}\cos^2\phi - \frac{\dot\eta}{s}\sin\phi\,. \end{aligned}$$

Für die praktische Verwendung dieser Lösung ist der Umstand von Wichtigkeit, daß die Amplitude s durch die Beobachtung der Umkehrpunkte mit guter Annäherung ermittelt werden kann und daher in der ersten Gleichung, in der s nur in einem kleinen Korrektions-

gliede auftritt, als bekannt gelten darf. Infolgedessen genügt im allgemeinen die Betrachtung dieser ersten Gleichung, die nur noch ϕ als Unbekannte enthält. Ihre Integration ergibt ϕ als Funktion von t und dem in ω steckenden Faktor α. Zwei Paare zusammengehöriger beobachteter Werte von ϕ und t führen dann durch Elimination der Integrationskonstanten auf eine Gleichung für α, das damit bestimmt ist, worauf MH_0 durch

$$MH_0 = J\alpha^2 : (1 + \vartheta)$$

und in Verbindung mit einer andern, den Quotienten $M : H_0$ liefernden Beobachtung schließlich H_0 gefunden wird.

Eine weitere, mit demselben Grad der Annäherung mögliche Vereinfachung ergibt sich, wenn man in den Variationskurven die den Augenblicken der Durchgänge, d. h. den Werten $0, \pi, 2\pi \cdots \nu\pi \cdots$ von ϕ entsprechenden Stellen bei der Beobachtung anmerkt. Es können dann ω und η als bekannte Funktionen von ϕ gelten, und damit geht die erste Gleichung (8) in die folgende über:

$$dt = d\phi : \left(\omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega} \sin\phi \cos\phi - \frac{\dot{\eta}}{s} \cos\phi\right), \tag{9}$$

in der die Variabeln getrennt sind, und die daher ohne weiteres durch mechanische Quadratur integriert werden kann.

Will oder kann man von diesen Vereinfachungen nicht Gebrauch machen, so ist das System (8) durch fortschreitende Näherung unter abwechselnder Berechnung von ϕ und s zu lösen. Es ist dabei beachtenswert, daß — von dem die gesuchte Unbekannte bildenden α im Gliede ω abgesehen — nicht die ihrem Werte nach nur genähert bekannten Größen ω und η in den Gleichungen auftreten, sondern nur die durch die ergänzenden Variationsbeobachtungen exakt bestimmten Werte von $\dot{\omega} : \omega$, d. i. $\frac{1}{2}\dot{x} : (1 + x)$ und $\dot{\eta}$.

2.

Beobachtbare Werte von ϕ sind — unter n eine ganze Zahl verstanden — $n\pi$ und $\left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \pi$. Jene entsprechen den Durchgängen durch die Gleichgewichtslage, diese den Umkehrpunkten. Da bei den letzteren keine scharfe Zeitbestimmung möglich ist, so kommen nur die ersteren in Betracht. Dabei tritt allerdings eine gewisse Verwicklung durch die Veränderlichkeit der Gleichgewichtslage ein. Es wäre ohne große Schwierigkeit möglich, diese durch eine nach den Angaben des Deklinationsvariometers erfolgende stetige Verschiebung der

Skala am Schwingungsapparat zu berücksichtigen. Indessen wird man sich unbedenklich damit begnügen dürfen, in der üblichen Weise den Augenblick des Durchgangs durch eine feste mittlere Marke (etwa an der durch $\sigma = 0$ definierten Stelle) zu beobachten und daran nachträglich eine dem gleichzeitigen (etwa aus den einschließenden Umkehrpunkten berechneten) η entsprechende Korrektion anzubringen[1].

Geht man nun zur Verwertung der erhaltenen Durchgangsbeobachtungen von Gleichung (9) aus, die in der Form

$$\alpha dt = d\phi : \left(\sqrt{1+x} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)$$

oder unter Beschränkung auf Glieder erster Ordnung

$$\alpha dt = d\phi\left(1 - \frac{x}{2} - \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi + \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)$$

geschrieben werden kann, so erhält man mit $\phi_1 t_1$ und $\phi_2 t_2$ als zusammengehörigen Werten

$$(10)\qquad \phi_2 - \phi_1 = \alpha(t_2 - t_1) + \int_{\phi_1}^{\phi_2}\left(\frac{x}{2} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)d\phi\,.$$

Für ϕ_1 und ϕ_2 kommen dem Gesagten zufolge nur Vielfache von π in Betracht. Ist n die Anzahl der zwischen den zwei beobachteten Durchgängen verflossenen Halbschwingungen, also $\phi_2 - \phi_1 = n\pi$, nennt man die gefundene mittlere Dauer $(t_2 - t_1) : n$ einer jeden T, und ist γ der durchschnittliche Betrag des Integrals

$$\gamma_\nu = \int_{(\nu-1)\pi}^{\nu\pi}\left(\frac{x}{2} + \frac{\dot{x}}{4\alpha}\sin 2\phi - \frac{\dot{\eta}}{\alpha s}\cos\phi\right)d\phi\,,\qquad \nu = 1\cdots n$$

so liefert (10) durch n dividiert

$$(11)\qquad \pi = \alpha T + \gamma\,,$$

wodurch die Frequenz $\alpha = (\pi - \gamma) : T$ bestimmt ist. In der Praxis pflegt man nicht mit dieser Größe, sondern mit der zugehörigen, damit

[1] Auf die Technik der Beobachtung näher einzugehen, ist hier nicht der Ort. Es mag nur bemerkt werden, daß sie gegenüber den üblichen Verfahren (Aug'- und Ohrmethode und Chronographenregistrierung) wesentlich verfeinert werden muß, wenn die hier behandelte Verschärfung der rechnerischen Auswertung der Messung voll ausgenutzt werden soll. Das zweckmäßigste Verfahren ist die photographische Aufzeichnung der Bewegung, die alle Einzelheiten des Vorgangs festhält, insbesondere auch die Lage der Umkehrpunkte liefert. Man könnte aber auch (am besten unter Verwendung eines in annähernd demselben Tempo wie der Magnet schwingenden Hilfskörpers) das Prinzip des zu den feineren astronomischen Durchgangsbeobachtungen dienenden sogenannten unpersönlichen Mikrometers benutzen.

durch $\alpha T_0 = \pi$ verknüpften, sogenannten reduzierten Dauer T_0 der Halbschwingung zu rechnen, die dann

$$MH_0 = \pi^2 J : (1 + \theta)\, T_0^2$$

liefert. Für diese erhält man $T_0 = T\pi : (\pi - \gamma)$ oder mit unwesentlicher Vernachlässigung

$$(12) \qquad T_0 = T + T\gamma : \pi\,.$$

Man wird sich indessen natürlich nicht damit begnügen, nur die Beobachtung des ersten und des letzten Durchgangs zu verwerten, sondern wird am besten sämtliche Durchgänge zur Bestimmung von α und T_0 heranziehen. Sind die dabei beobachteten Zeitpunkte $t_0,\ t_1 \cdots t_n$, ihre Fehler $\lambda_0,\ \lambda_1 \cdots \lambda_n$, so lautet das System der Fehlergleichungen

$$\nu\pi = \alpha(t_\nu - t_0 - z) + \gamma_0 + \gamma_1 + \cdots + \gamma_\nu + \alpha\lambda_\nu\,, \qquad \nu = 0, 1, 2 \cdots n$$

worin $\gamma_0 = 0$ ist und z, das mit λ_0 übereinstimmt, die Korrektion des Anfangspunktes (t_0) der Zeitzählung bedeutet. Ist nun T ein Näherungswert von T_0 und $t_\nu - t_0 = \nu T + \tau_\nu$, setzt man ferner $\gamma_0 + \gamma_\nu + \cdots + \gamma_\nu = \alpha\varepsilon_\nu$, d. h. hinreichend genähert $\varepsilon_\nu = T \cdot (\gamma_0 + \gamma_\nu + \cdots + \gamma_\nu) : \pi$, und berücksichtigt man, daß $\pi = \alpha T_0$ ist, so erhält man die Fehlergleichungen in der Form

$$\nu(T_0 - T) + z = \tau_\nu + \varepsilon_\nu + \lambda_\nu\,. \qquad \nu = 0, 1, 2 \cdots n$$

Die Bedingung $[\lambda\lambda] =$ Min. liefert die Normalgleichungen

$$[\nu\nu](T_0 - T) + [\nu]z = [\nu(\tau + \varepsilon)] = A$$
$$[\nu](T_0 - T) + nz = [(\tau + \varepsilon)] = B$$

mit der Lösung

$$(13) \quad T_0 = T + (nA - [\nu]B) : (n[\nu\nu] - [\nu]^2) = T + 6(2A - (n+1)B) : n(n^2 - 1).$$

Ganz ähnlich, nur im Ausdruck etwas weniger einfach, gestaltet sich die Rechnung, wenn man zwei durch eine längere Reihe von Schwingungen getrennte Sätze von Durchgängen beobachtet, wie das gewöhnlich (doch hier besser nicht) geschieht.

3.

Das Ziel und die Bedeutung der vorhergehenden Entwicklungen liegt darin, daß sie den Einfluß der Feldänderungen auf die Schwingungsdauer in praktisch durchführbarer Weise, insbesondere mit einem mäßigen Arbeitsaufwand, auch dann zu berechnen gestatten, wenn diese Änderungen ganz regellos verlaufen. Sie sind aber natürlich auch auf regelmäßige Vorgänge anwendbar, und wennschon sie bei diesen vorwiegend bekannte, auf anderem Wege oft einfacher abzu-

leitende Ergebnisse liefern, so ist es doch nicht ganz zwecklos, einige besonders wichtige Fälle hier als Beispiel zu behandeln.

1. Momentane Änderungen (Sprünge). Innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne Δt ändere sich die Horizontalintensität um ΔH, ihre Richtung um $\Delta\delta$, während beides vorher und nachher konstant sei. Die dadurch in Phase und Amplitude bewirkten Sprünge seien $\Delta\phi$ und Δs. Mit $\Delta H : H_0 (1+\vartheta) = \Delta x$ und $\Delta\delta : (1+\vartheta) = \Delta\eta$ erhält man sogleich durch Integration der Gleichungen (8) bei verschwindend angenommenem Δt

$$\text{(14)} \qquad \begin{aligned} \Delta\phi &= \frac{\Delta x}{2} \sin\phi\cos\phi - \frac{\Delta\eta}{s}\cos\phi \\ \Delta s &= \frac{s\Delta x}{2}\cos^2\phi - \Delta\eta\sin\phi\,. \end{aligned}$$

Speziell gilt für einen Sprung im Augenblick des Durchgangs durch die Gleichgewichtslage, d. h. für

$$\text{(15a)} \quad \phi = 0 \text{ oder } \phi = \pi: \qquad \Delta\phi = \mp\Delta\eta : s \qquad \Delta s = \frac{1}{2} s\Delta x$$

und für einen solchen im Augenblick der Umkehr, d. h. für

$$\text{(15b)} \quad \phi = \frac{1}{2}\pi \text{ oder } \phi = \frac{3}{2}\pi: \qquad \Delta\phi = 0 \qquad \Delta s = \mp\Delta\eta\,.$$

Diese Gleichungen enthalten die Theorie der bekannten Methoden zur planmäßigen Erregung und Beruhigung von Schwingungen.

2. Einzelwelle (Pulsation). Es mag genügen, eine Schwankung der Kraftrichtung bei unveränderter Intensität zu betrachten, und zwar zunächst eine halbe Sinuswelle, die auf einen im übrigen gleichförmigen Verlauf aufgesetzt ist. Die Schwankung setze in dem Augenblick ein, in dem ϕ den Wert ϕ_0 erreicht hat und endige, nachdem ϕ auf ϕ_1 angewachsen ist. Ihre Dauer sei τ, die Frequenz also $\varepsilon = \pi : \tau$. Den ersten Augenblick wähle ich zum Anfangspunkt der Zeitzählung. Es ist also $\eta = \eta_0 = \text{const}$ für $t < 0$ und $t > \tau$, dagegen $\eta = \eta_0 + c\sin\varepsilon t$ für $0 < t < \tau$, ferner $\omega = \alpha = \text{const}$. Ohne die Störung würde $\phi_1 = \phi_0 + \alpha\tau$ sein; der Einfluß der Pulsation wird demnach durch die Differenz $\phi_1 - \phi_0 - \alpha\tau$, die ich $\Delta\phi_1$ nennen will, dargestellt.

Man hat nun

$$\dot\phi = \alpha - \frac{\dot\eta}{s}\cos\phi\,.$$

Vernachlässigt man in erster Näherung in dem Korrektionsgliede die Veränderung, die s während des Zeitraums τ erfährt, und setzt man darin $\phi_0 + \alpha t$ an Stelle von ϕ_1, so erhält man

$$\alpha\phi = \left|\alpha - \frac{c\varepsilon}{s}\cos\varepsilon t\cos(\phi_0 + \alpha t)\right| dt,$$

$$\phi_1 - \phi_0 = \alpha\tau - \frac{c\varepsilon}{2s}\int_0^\tau [\cos(\phi_0 + \alpha t + \varepsilon t) + \cos(\phi_0 + \alpha t - \varepsilon t)]\, dt$$

$$\phi_1 - \phi_0 - \alpha\tau = - \frac{c\varepsilon}{2s}\left|\frac{\sin(\phi_0 + \alpha t + \varepsilon t)}{\alpha + \varepsilon} + \frac{\sin(\phi_0 + \alpha t - \varepsilon t)}{\alpha - \varepsilon}\right|_0^\tau,$$

d. h., da $\varepsilon\tau = \pi$ und hinreichend nahe $\phi_0 + \alpha\tau = \phi_1$ ist,

$$\Delta\phi_1 = \frac{c}{s}\cdot\frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2}(\sin\phi_0 + \sin\phi_1). \tag{16a}$$

Ebenso findet man als Einfluß einer vollen Sinusschwingung von derselben Amplitude c und der Dauer 2τ die Phasenverschiebung

$$\Delta\phi_2 = \frac{c}{s}\cdot\frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2}(\sin\phi_0 - \sin\phi_2), \tag{16b}$$

wenn ϕ_2 die Phase am Ende der Schwankung ist.

Für die Änderung der Amplitude ergeben sich in derselben Weise bei einer halben und einer ganzen Welle die Beträge

$$(17)\qquad \begin{aligned} \Delta s_1 &= -c\cdot\frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2}(\cos\phi_0 + \cos\phi_1) \\ \Delta s_2 &= -c\cdot\frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2}(\cos\phi_0 - \cos\phi_2). \end{aligned}$$

Auf eine Diskussion dieser Ausdrücke, die manche interessante Einzelergebnisse liefert, muß hier verzichtet werden.

3. Periodische Schwankungen. Im Gegensatz zum vorigen Falle handelt es sich hier um den quasistationären Zustand bei unbegrenzter Fortdauer gleicher Pulsationen. Wird die Betrachtung wieder auf den rechnerisch einfachsten Fall konstanter Intensität beschränkt, also wie vorher $\omega = \alpha =$ const und $\eta = \eta_0 + c\sin\varepsilon t$ gesetzt, so folgt

$$\ddot{u} = -\alpha^2 u - \eta = -\alpha^2 u + c\varepsilon^2 \sin\varepsilon t.$$

Die Integration ergibt mit s_0 und β als willkürlichen Konstanten

$$u = s_0 \sin(\alpha t + \beta) + \frac{\varepsilon^2}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c\sin\varepsilon t = s\sin\phi, \tag{18a}$$

und durch Substitution dieses Wertes in $v = (\dot{u} + \dot{\eta}) : \alpha$ folgt weiter

$$v = s_0 \cos(\alpha t + \beta) + \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c\cos\varepsilon t = s\cos\phi, \tag{18b}$$

wodurch s und ϕ bestimmt sind.

Bildet man noch

$$(18c) \qquad \sigma = u + \eta = s_0 \sin(\alpha t + \beta) + \frac{\alpha^2}{\alpha^2 - \varepsilon^2} c \sin \varepsilon t,$$

so erkennt man darin die bekannte Lösung des Problems der erzwungenen Schwingungen. In der Tat ist ja die Verlegung der Gleichgewichtslage um $c \sin \varepsilon t$ gleichwertig mit einer störenden Kraft von der Frequenz ε und der Intensitätsamplitude $\alpha^2 c$, wenn α die Eigenfrequenz des schwingenden Systems ist.

4. Pendelschwingungen. Die bei diesen geltende Bewegungsgleichung $\ddot{\sigma} = -\alpha^2 \sin \sigma$ läßt sich, wie schon früher bemerkt wurde, unter die hier behandelte Aufgabe einreihen, indem man $\omega^2 = \alpha^2 \sin \sigma : \sigma$ setzt. In erster Annäherung gilt dann mit s als der Amplitude

$$\phi = \alpha t, \quad \sigma = s \sin \phi, \quad \omega = \alpha \left(1 - \frac{1}{12} s^2 \sin \phi \right) \quad \dot{\omega} : \omega = -\frac{\alpha}{6} s^2 \sin \phi \cos \phi$$

und damit folgt aus Gleichung (9)

$$\alpha dt = d\phi \left(1 + \frac{1}{12} s^2 \sin^2 \phi + \frac{1}{6} s^2 \sin^2 \phi \cos^2 \phi \right).$$

Durch Integration über eine Halbschwingung, d. h. von $\phi = 0$ bis $\phi = \pi$, ergibt sich, wenn T deren Dauer ist,

$$\alpha T = \pi + \frac{1}{12} s^2 \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{1}{6} s^2 \cdot \frac{\pi}{8} = \pi \left(1 + \frac{1}{16} s^2 \right)$$

oder, wenn der zu $s = 0$ gehörige Wert von T, d. i. $\pi : \alpha$, durch T_0 bezeichnet wird,

$$(19) \qquad T_0 = T \left(1 - \frac{1}{16} s^2 \right),$$

die bekannte, zur Reduktion der Schwingungsdauer auf unendlich kleinen Bogen dienende Formel.

4.

In den bisherigen Betrachtungen ist stillschweigend vorausgesetzt worden, daß die Schwingungen ungedämpft seien. Nicht nur das theoretische Interesse, sondern gerade auch die Rücksicht auf praktische Anwendungen fordert nunmehr die Untersuchung der allgemeineren, auf diese Annahme verzichtenden Aufgabe. Man kann dabei durchaus im Rahmen der früheren Darstellung bleiben, indem man nur die Differentialgleichung der Bewegung durch das Dämpfungsglied ergänzt, so daß an Stelle von (2)

$$(20) \qquad \ddot{\sigma} = -\omega^2 (\sigma - \eta) - 2 q \dot{\sigma}$$

tritt. Das hat zur Folge, wie man beim Überblicken der anschließenden Entwicklung erkennt, daß die Gleichungen (8) eine entsprechende Erweiterung erfahren und in die folgenden übergehen:

$$(21)\qquad \begin{aligned} \dot{\phi} &= \omega + \left(\frac{\dot{\omega}}{\omega} + 2q\right)\sin\phi\cos\phi - \frac{\dot{\eta}}{s}\cos\phi \\ \frac{\dot{s}}{s} &= -\left(\frac{\dot{\omega}}{\omega} + 2q\right)\cos^2\phi - \frac{\dot{\eta}}{s}\sin\phi\,. \end{aligned}$$

Als Anwendung mag der einfache Fall der gedämpften Schwingung im konstanten Felde dienen. Mit $\omega = \alpha =$ const und $\eta =$ const liefert die erste dieser Gleichungen

$$\dot{\phi} = \alpha + 2q\sin\phi\cos\phi$$

oder

$$dt = d\phi : (\alpha + q\sin 2\phi).$$

Die Integration zwischen den Grenzen 0 und π von ϕ gibt mit T als der Dauer der gedämpften und $T_0 = \pi : \alpha$ als derjenigen der freien halben Schwingung[1]

$$(22)\qquad \begin{aligned} T &= \pi : \sqrt{\alpha^2 - q^2} = T_0\alpha : \sqrt{\alpha^2 - q^2} \\ T &= T_0 : \sqrt{1 - k^2}\,, \end{aligned}$$

vorausgesetzt, daß $q : \alpha = k < 1$ ist. Es ist dies bekanntlich die Bedingung dafür, daß die Bewegung nicht aperiodisch ist, sondern daß wirkliche Schwingungen stattfinden.

Die vorstehende Lösung kann indessen nicht als sachgemäß angesehen werden. Der Natur der Aufgabe entspricht es offenbar, die oskulierende Schwingung nicht als ungedämpft, sondern gleich der tatsächlichen Bewegung und in demselben Grade wie diese als gedämpft anzunehmen.

Die dieser Absicht entsprechende Form der Grundgleichungen ergibt sich leicht aus der Betrachtung des Gleichungssystems

$$\sigma = e^{-qt}\sin\alpha t \qquad \dot{\sigma} = e^{-qt}(\alpha\cos\alpha t - q\sin\alpha t)$$

$$\ddot{\sigma} = -e^{-qt}[(\alpha^2 - q^2)\sin\alpha t + 2\alpha q\cos\alpha t] = -(\alpha^2 + q^2)\sigma - 2q\dot{\sigma}\,,$$

das eine gedämpfte Schwingung in konstantem Felde darstellt.

Es ist danach offenbar zweckmäßig, im allgemeinen Falle, in dem nur noch der Dämpfungskoeffizient q als konstant gelten soll, die Bewegungsgleichung in der Form

$$(23)\qquad \ddot{\sigma} = -(\omega^2 + q^2)(\sigma - \eta) - 2q\dot{\sigma}$$

anzusetzen und die oskulierende Schwingung durch

[1] Das Integral der rechten Seite findet man u. a. bei E. Heine, Handbuch der Kugelfunktionen, 1. Teil § 6 (1. Auflage, S. 13, Gl. 4a) abgeleitet.

$$(24)\qquad \sigma = \eta + s\sin\phi \qquad \dot\sigma = s(\omega\cos\phi - q\sin\phi) \qquad s = re^{-qt}$$

zu definieren. Wird u für $r\sin\phi$ und v für $r\cos\phi$ geschrieben, so lauten die drei Gleichungen einfacher

$$\sigma = \eta + ue^{-qt} \qquad \dot\sigma = e^{-qt}(\omega v - qu) \qquad \ddot\sigma = -e^{-qt}\left[(\omega^2 - q^2)u + 2q\omega v\right].$$

Durch Differentiation der ersten nach der Zeit und Vergleichung mit der zweiten folgt

$$\dot\eta + \dot u e^{-qt} - que^{-qt} = e^{-qt}(\omega v - qu), \text{ also } \omega v = \dot u + \dot\eta e^{qt}$$

und durch nochmalige Differentiation und Vergleichung mit der dritten

$$\begin{aligned}\ddot\eta + \ddot u e^{-qt} - 2q\dot u e^{-qt} + q^2 ue^{-qt} &= -e^{-qt}\left[(\omega^2 - q^2)u + 2q\omega v\right]\\ &= -e^{-qt}(\omega^2 - q^2)u - 2q\dot u e^{-qt} - 2q\dot\eta.\end{aligned}$$

Die so erhaltene Lösung

$$(25)\qquad \ddot u = -\omega^2 u - e^{qt}(\ddot\eta + 2q\dot\eta) \qquad v = (\dot u + \dot\eta e^{qt}) : \omega$$

stimmt, wie der Vergleich mit (7) zeigt, in ihrer Form durchaus mit derjenigen überein, die sich im Falle der ungedämpften Schwingungen ergab; es treten nur statt der bekannten Funktionen $\ddot\eta$ und $\dot\eta$ zwei andere, daraus unmittelbar abzuleitende, also gleichfalls vollständig bekannte Ausdrücke ein. Daß diese den mit der Zeit wachsenden Faktor e^{qt} enthalten, erinnert daran, daß dieselbe Verschiebung der Gleichgewichtslage einen um so größeren Einfluß hat, je kleiner die Amplitude der Schwingung ist, ein Umstand, der auch in den früheren Ergebnissen schon darin zum Ausdruck kam, daß $\dot\eta$ nur in der Verbindung $\dot\eta : s$ auftrat.

Sind ω und η nicht analytisch gegeben, so ist es, wie im früheren Falle, zweckmäßig, die Variabeln ϕ und s beizubehalten. Um die für diese geltenden Differentialgleichungen zu entwickeln, eliminiert man am besten σ einerseits aus den beiden ersten Gleichungen (24), anderseits aus

$$q\sigma + \dot\sigma = q\eta + \omega s\cos\phi \quad \text{und} \quad q\dot\sigma + \ddot\sigma = -\omega^2 s\sin\phi - q\omega s\cos\phi.$$

Man erhält so

$$\dot s\sin\phi + s\dot\phi\cos\phi = \omega s\cos\phi - qs\sin\phi - \dot\eta$$

$$\omega\dot s\cos\phi - \omega s\dot\phi\sin\phi = -\omega^2 s\sin\phi - q\omega s\cos\phi - \dot\omega s\cos\phi - q\dot\eta$$

und daraus folgt die gesuchte Lösung

$$(26)\qquad \begin{aligned}\dot\phi &= \omega + \frac{\dot\omega}{\omega}\sin\phi\cos\phi - \frac{\dot\eta}{s}\left(\cos\phi - \frac{q}{\omega}\sin\phi\right)\\ \frac{\dot s}{s} &= -q - \frac{\dot\omega}{\omega}\cos^2\phi - \frac{\dot\eta}{s}\left(\sin\phi + \frac{q}{\omega}\cos\phi\right),\end{aligned}$$

die durch Einführung von r statt s gemäß $s = re^{-qt}$ in die mit (8) noch näher übereinstimmende Form

$$(27)\qquad \begin{aligned} \dot{\phi} &= \omega + \frac{\dot{\omega}}{\omega} \sin\phi \cos\phi - \frac{\dot{\eta} e^{qt}}{r} \left(\cos\phi - \frac{q}{\omega} \sin\phi \right) \\ \frac{\dot{r}}{r} &= - \frac{\dot{\omega}}{\omega} \cos^2\phi - \frac{\dot{\eta} e^{qt}}{r} \left(\sin\phi + \frac{q}{\omega} \cos\phi \right) \end{aligned}$$

übergeht. Bis auf kleine Größen 2. (wenn q, wie bei magnetischen Messungen stets, klein gegen ω ist, 3.) Ordnung kann im letzten Gliede ω durch die Konstante α ersetzt werden. Schreibt man tg $\varkappa$ statt $q:\alpha$, so lautet der Faktor von $\dot{\eta} e^{qt}:r$ in der ersten Gleichung $\sec\varkappa \cos(\phi + \varkappa)$, in der zweiten $\sec\varkappa \sin(\phi + \varkappa)$.

Die an (8) anknüpfenden Ausführungen bleiben im wesentlichen auch hier gültig, so daß es nicht nötig ist, nochmals auf die darin behandelten Fragen einzugehen. Es ist nur zu beachten, daß die Umkehrpunkte nicht mehr den Werten $\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi$, sondern $\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi - \varkappa$ von ϕ entsprechen.

Auch bei den in Abschnitt 3 betrachteten speziellen Anwendungen führt die Berücksichtigung der Dämpfung zu keinen neuen Gesichtspunkten; es darf daher gleichfalls davon abgesehen werden, sie mit Hilfe der letzten allgemeinen Formeln nochmals zu behandeln.

Ausgegeben am 29. November.

SITZUNGSBERICHTE 1917.
XLVII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Morf sprach zu 'Lessings Urteil über Voltaire'.

Es wird die Vorgeschichte und der Verlauf der persönlichen Beziehungen des Studiosus Lessing zu Voltaire (1751) in Berlin dargestellt. Der Bruch der beiden erfolgte Ende des Jahres bekanntlich durch Lessings Verschulden. Eine objektive Würdigung aller Umstände macht Voltaires Verhalten bei dem peinlichen Vorgang sehr erklärlich. Daß Lessing seit dem Begebnis Voltaire gehaßt habe, findet in der Überlieferung der nächsten Jahre keine Bestätigung. Wenn Lessing später den einst bewunderten Tragödiendichter Voltaire gereizt und spöttisch abtut, so ist an dieser Wandlung des Urteils der Vorfall von 1751 nicht beteiligt. Nicht um sich für eine angebliche Unbill an Voltaire zu rächen, zerpflückt er 1767 so schonungslos dessen Trauerspiele und Kunstlehren, sondern weil er, reifer und kritischer geworden, durch den Tragiker Shakespeare zu einer neuen Kunstreligion bekehrt worden war.

Zur keltischen Wortkunde. VII.

Von Kuno Meyer.

(Vorgetragen am 8. November 1917 [s. oben S. 577].)

131. Ir. *Adomnān* n. pr. m.

In dem zweiten Eintrag seines etymologischen Glossars erklärt Cormac diesen Namen, den er *Adamnán* schreibt, als ein Deminutiv von Adam, ir. *Adam*. Dagegen spricht sowohl die Kürze des anlautenden *a*[1] als die Tatsache, daß die älteste Form des Namens *Adomnān* lautet. So schrieb der Biograph Columbas nach der von Dorbbēne vor 713 angefertigten Abschrift seinen Namen selbst[2], und so lautet er in allen andern ältesten und besten Handschriften[3]. Von sonstigen Trägern des Namens sind mir bekannt geworden: *Adomnanus episcopus Rātho Maige Oinaig* (AU 730), *Adomnān macc Alddailed* (ib. 835), *Adomnān macc Colachtaig* (Rawl. 502, 161b 15), den LL 335a *Adamnān macc Clothachtaig* schreibt, und *Adamnanus de genere Scottorum*, der im Kloster Coldingham als Mönch lebte (Beda, Hist. Eccl. IV, cap. 25). Hier gebraucht Beda wohl mit Anlehnung an Adam schon die spätere Form, die schließlich die ältere ganz verdrängt. Als Kuriosität sei erwähnt, daß Alcuin den Namen *Ădamnānus* skandiert, ähnlich wie *Chĕranus* statt *Cērānus* (Trip. Life, S. 503).

Der Ursprung des Namens ist klar. Es ist eine Koseform auf *-ān* zu dem Vollnamen *Adomnae*, der in dem Ortsnamen *Ráith Adomnai* (Baile in Scáil § 51) vorkommt. Eine Koseform auf *-u* liegt in dem latinisierten *Adomnini* LL 360e vor. Der *iā*-Stamm *ad-omnae*, der wie *ess-omne*, kymr. *ehofnedd*, gebildet ist, bedeutet 'großer Schrecken'[4], so daß der Name sich der Bedeutung nach zu *Erudān* (*Irudān* Rawl. 502, 130a 51) stellt.

---

[1] Bekanntlich nimmt Cormac bei seinen Etymologieen keine Rücksicht auf die Quantität der Vokale, wie er z. B. den Namen *Morand* (§ 863) aus *mōr* und *find* herleitet.

[2] Vita Sancti Columbae, ed. Reeves, cap. 1, S. 16, und cap. 49, S. 95.

[3] Siehe z. B. Rawl. B 502, 106 b 18; Thes. Pal. II 283, 15; AU und Tig. an allen Stellen. So ist auch Fél. Sept. 23 mit den besten Handschriften zu lesen. In *Fís Adamnáin* schreibt LU *Adomnán*, LB *Adamnán*. In *Cáin Ad.* steht von § 17 an fast durchweg die ältere Form.

[4] Das Wort ist in den Contribb. belegt, wo *adamnae* aus Colmans Hymnus hinzuzufügen ist, das im Thes. Pal. II 300, 6 nicht richtig mit 'famine' übersetzt wird.

132. Altir. *ossud* m. 'Aussetzen'.

Ascoli (S. CXXIV) wollte dieses Wort zu *ara-ossa* 'quae manet' Ml 134d 7 stellen. Es ist aber das Nomen zu dem mit *uss-* komponierten Verbalstamm *suid-* (Pedersen § 837) und bedeutet also ursprünglich 'Aussetzen'. Die gewöhnliche Bedeutung 'Waffenstillstand' (*treuga*, Ir. Gl. 137) geht also auf 'Aussetzen (des Kampfes)' zurück. So heißt es CZ VI 94, 12 auch geradezu *comosudh*[1] *comraic*. Ebenso klar liegt die ursprüngliche Bedeutung an einer Stelle in der ältesten Version von Tochmarc Ētāine (Ir. T. I 126, 16) vor. Es heißt dort: *Acht ní ba issint ossud na fírflatha dogéntar a col*, was nicht mit Windisch als Einschiebsel anzusehen ist, sondern noch zur Rede Ētāins gehört. Sie will sagen: 'Der König ist außer Landes, und in seiner Abwesenheit dürfen wir seine Ehre nicht verletzen,' wörtlich: 'Aber es soll nicht in dem Aussetzen der wahren Königsherrschaft sein, daß ihre Verletzung getan wird.'

133. Altir. **Uirc* 'die Orkaden'.

Diese Inseln heißen im Gen. *Orc*[2] (*fecht Orc*, AU 579), im Dat. *Orcaib* (*bellum for Orcaib*, ib. 708). Der Akk. lautet in Rl 512, 84a 1 *Orcca* (*for Firu Bolc 7 for Orcca*), was für altir. *Orccu* stehen wird. Danach wäre ein Nom. **Uirc* anzusetzen mit der Bedeutung 'Schweinchen', indem die Inseln mit ihren niedrig gewölbten Hügelrücken einer Herde Schweine verglichen wurden[3]. Dazu sind Ortsnamen wie *Muc Chromb*, LU 56a 14 und *Muc-druimm*, Hogan Onom. 543b zu vergleichen. Wenn der in AU 716 für einen Felsen vorkommende Name *Minuirc*[4] so richtig geschrieben ist, würde er 'kleine Schweinchen' bedeuten, vielleicht weil die Formation der Felsenmasse an eine Herde Ferkel erinnerte. In der Handschrift R steht aber *min uirc*.

134. *ēitim* m. 'unvorhergesehene Gefahr'.

In H 2.15, 117b findet sich eine Glosse *eataim. i. tuitim* und P. O'Connell verzeichnet ein Wort *eitim. i. baoghal*, das, wie Stokes, Lism. L. S. 320 erkannt hat, in der Phrase *do gabāil etma for nech* (ib. Z. 38) vorliegt. Nur ist *ētaim* und *ēitim*, Gen. *ētma*, anzusetzen, da wir es

[1] Oft fälschlich *comfossud* oder *comsossud* geschrieben, wie auch Marstrander im Wörterbuch 70, 16 druckt, obwohl eine andere Handschrift richtig *comhossadh* hat.

[2] Wie auch in dem besonders später gewöhnlichen *Insi Orc*.

[3] *orc* bedeutet besonders das junge Schwein, Ferkel, dann verallgemeinert das Junge eines Tieres. Vgl. *cumlachtaid nomen do orc muice*, Corm. 306.

[4] *in lapide qui vocatur Minuirc*.

offenbar mit einer Zusammensetzung aus *en-* und *-tuim*, der Kompositionsform des Verbalnomens zu *dofuit*, zu tun haben, die also wörtlich 'Hineinfallen' bedeutet. Eine zweite Belegstelle findet sich FM V 1674, 16 (im Thes. Pal. II 333 n. e. falsch zitiert): *tárraidh tra mac iarla Desmumhan eitim ngabála ar dhaghbhaile daingen* 'took by surprise': und eine dritte LL 151 a 25 in einem Cūān hūa Lothchāin zugeschriebenen Gedichte: *ba gabāil ētma don rīg* | *immar tharras ina thīr*; 'es war ein unerwarteter Angriff für den König, wie er in seinem Lande überfallen wurde'.

135. Altir. ***soirb***, ***doirb***.

Ascoli wollte diese bekannten Wörter (CCVIII) aus den Vorsilben *so-* und *do-* und einem Verbalstamme *reb-*, *rib-* herleiten, den er in *tothrebach* Ml 129 d 9 zu finden glaubte, das Sarauw, Irske Studier S. 71, seitdem überzeugend als *to-thre-bach* zum Verbalstamm *-bong* gehörig erklärt hat. Unsere Wörter sind vielmehr aus **su-* und **du-srib* entstanden und stellen sich zu *srib* 'fließendes Wasser, kleiner Fluß' (engl. stream)[1], so daß sie 'leicht'- und 'schwerfließend' bedeuten. Über *so-* und *do-* vor hellem Vokal vgl. H. Hessen, Zeitschr. IX S. 75.

136. Mittelkymr. ***mackwyf***, altir. ***maccōim***.

Das kymrische Wort ist, wie Pedersen II 16 gewiß richtig vermutet, aus dem Irischen entlehnt. Nur irrt er[2], wenn er es aus *macc cōim* (Wb 27 b 16)[3] herleitet. Neben diesem lag ein Kompositum *maccoim*, in dem *macc* das Bestimmungswort ist, das Substantiv *cōim* 'Liebling, Freund'[4] den Hauptbegriff ausmacht, das Ganze also etwa 'Knabenliebling' bedeutet. *Maccōem* ist bei Windisch mehrfach belegt. Ich füge noch hinzu *Cūchulaind clothmaccāem Crōebrūade* RC XIV 398 § 1 und aus einem Gedichte Muiredach Albanachs:

atchonnairc āenmacāem ālainn ar fōt in chrainn sair is siar.

137. Altir. ***œlscud*** m. 'innere Glut'.

Ascoli und Pedersen leiten dieses Wort aus *ess-loscud* her, indem sie das *œ* als *ē* fassen. Die Ligatur steht aber hier wie öfters trotz eines einmaligen *élscoth* (s. unten) für *e*, wie die spätere Schreibung *ellscoth* zeigt. Auch gibt 'Ausbrennen' keinen guten Sinn. Es ist viel-

[1] Vgl. *cethri sreba sīrsrotha*, SR 996.

[2] Ebenso Loth, RC 36, 401.

[3] Vgl. *tīr na maccu cōema*, Otia I 123 § 9.

[4] Wie in *romertsam cōem diar ngnāthaib*, SR 3623, *dia chāim no dia charait* ib. 4144 oder in *ba-sa cōim i tig Choirpri Mūsc*, Corm. § 883, wo freilich Thurneysen, Festschr. f. E. Windisch S. 29 'lieblich' übersetzt. S. auch meine Contribb. s. v.

mehr *en-loscud* anzusetzen, wodurch das Wort in übertragenem Sinne unserem 'Inbrunst' entspricht. Die Grundbedeutung ist also 'inneres Brennen, innere Hitze, Glut', wie z.B. in Tenga Bithnūa § 100: *elscoth*[1] *7 rothes ina corpaib*, oder RC 502, 80b 50: *elscoth inna gréine*. Dann vom Brennen des Durstes: *ellsgodh*[2] *ítad móire*, RC IX 18 § 13; von fleischlicher Begierde *ní choemnacair cotlad etir lasin élscoth*[3], Fél.[2] 40, 24. Schließlich metaphorisch: *im andad 7 im ellscoth dēserce*, Anecd. II 19 = Trip. 62, 9. Von Ableitungen wäre außer dem von Windisch schon gebuchten *elscothach* 'gierig' (*sad elscothach allaid* 'eine gierige Wölfin' YBL 208a 49) noch *elscothugud* 'Begierde' zu erwähnen, z.B. *intan genes nech óa thustidib collaide tria oelscuchad chollaide* LB 257b 65; im Gen. *gresacht diumais 7 esciallaige 7 elscothachda* (*-tha*), Alex. 870.

Von anderen Zusammensetzungen mit *loscud* erwähne ich zur Ergänzung von Pedersens Liste (§ 768) noch *tollscud* für 'versengenden' Spott, Arch. III 296 § 6, und *for-loscud* 'Verbrennen' (*etir guin 7 gait 7 f.*, Cáin Ad. § 36).

138. Altir. *medam* m. 'Richter'.

Dieses bisher nicht gebuchte Wort liegt in einem altirischen Hymnus auf Columb Cille vor, der Zeitschr. VIII, S. 197 abgedruckt ist. Es heißt dort in Str. 11: *búachail manach, medam cléirech* 'Hirte der Mönche, Richter der Geistlichen'.

Das Wort ist mit dem bekannten nomina agentis bildenden Suffixe *-am* von der √ *med-* 'messen, richten' abgeleitet. Es läßt sich nicht entscheiden, ob wir es mit einem *n*- oder *o*-Stamm zu tun haben, wie letzterer z.B. in dem Worte *legam* 'Motte' (NPl. *legaim* Tec. Corm. § 118) vorliegt, das ich in den 'Illinois Studies 1917' zur √ *leg-* (Ped. § 758) gestellt habe. Zu der Bedeutung 'Richter' vgl. osk. *med-diss*. Vielleicht aber ist der Sinn vielmehr 'Berater' oder 'Walter' wie in μέδων.

139. Altir. *lūadam* m. 'Fahrer'.

Dies ist ein anderes mit *-am* gebildetes Nomen, das sich zum Verbalstamm *luaid-* 'bewegen' (Ped. § 770) stellt. Es kommt in einem Verse SC § 37 (Ir. T. I 221, 2) vor, wo es von einem Wagenkämpfer (*cairptech*) heißt:

ālaind lūadam lūades blāi

'Herrlich der Fahrer[4], welcher das Feld befährt'.

---

[1] Nicht etwa mit Stokes als 'lust' zu fassen, der dadurch verleitet wird, *co nach rodaim nach cenēl aile* mit 'so that (the womankind of) no other nation has endured them' zu übersetzen.

[2] Auch YBL 87a (*co tánic fallscad ítad dóib*) ist *fallscad* als *ellscod* zu fassen.

[3] Das Längezeichen steht in der Handschrift, wie ich mich überzeugt habe.

[4] Oder vielleicht mit poetisch vorangestelltem Adj. 'Ein herrlicher Fahrer'.

140. Altir. ***Lī ban*** n. pr. f.

Ich erwähne diesen bekannten Frauennamen hier, weil er von allen Herausgebern und Übersetzern bisher *Líban* gedruckt worden ist[1]. Daß vielmehr *Lī ban* zu schreiben ist, zeigen die debide-Reime (*Lī*) *ban*: *galar* (Ir. T. I 209, 6), *bammar* (ib. 219, 22). Der Name bedeutet also 'Glanz der Frauen'. Ein echtes Kompositum mit *lī* liegt wohl in dem Personennamen *Licorp* (Rl 502, 162 f 52) aus *Lī-chorp* 'Glanzkörper' vor.

141. Altir. ***cāirchaire*** m. 'Schafhirte'.

Dieses vom Stamm *cāirac-* 'Schaf' hergeleitete nomen actionis auf *-aire* kommt Rl 502, 92 f 42 = LL 367 c vor: *Colmān cāirchaire Brigte*; ferner *Mochollo c. Mumu*, Rl 93 g 2 = LL 368 c.

142. Mittelir. ***madrogair*** 'Alraune'.

Dies aus lat. *mandragora* entlehnte Wort findet sich LB 124 a 19 (und 38), wo es nach Gen. XXX, 14 heißt: *treb Rubēn, ba hē a merce side madrogair* 'das Feldzeichen des Stammes Ruben war die Alraunwurzel'.

143. Altir. ***dam-rai*** 'Hirschfeld'.

In der Liste von gleichnamigen irischen Heiligen wird ein *Molūa Damrai*[2] aufgeführt. In dem Epitheton handelt es sich um einen sonst nicht belegten Ortsnamen, dessen Nom. aber nicht mit HOGAN[3], Onom. 337 a, als *Damra*, sondern als *Damrai* anzusetzen ist, einem Kompositum aus *dam* 'Hirsch' und *rōi* 'Feld'.

144. Fernassimilation im Irischen.

Zu dem bekannten Beispiel dieser Erscheinung, welches in *lilithir* statt *lirithir* vorliegt, kommt noch *lōla* statt *lōra* SR 2940. Wie Leah dort in Z. 7468 das Epitheton *lōr* führt, so heißen sie und Rahel hier *dī ingen lōla Labāin*.

145. Altir. ***ētched, ētged***.

Dies gewöhnlich 'Vernachlässigung' übersetzte Wort ist wohl aus *ess-* und *teched*[4] zusammengesetzt, so daß es ursprünglich 'Ausflucht' bedeutet, dann wohl 'sich durch Ausflüchte einer Sache entziehen'.

[1] Im Index of Persons zu Fél.[2] und Gorman setzt STOKES *Li-bán* an.
[2] Rl 502, 93 d 12 = LL 386 a 6.
[3] Bei MARSTRANDER fehlt das Wort.
[4] Auch gelegentlich *teged* geschrieben, wie z. B. SR. 6220.

Andere Komposita dieses Stammes zeigen die Form *-tech, -tach,* wie *anamthach* 'Seelenflucht', worüber ich in den Illinois Studies 1917. Philological notes § 18 gehandelt habe.

146. Altir. *Bō-guine* n. pr. m.

Warum Marstrander in der Torp-festskrift S. 249 meine Aufstellung dieses Namens, der ohne jeden Zweifel aus heidnischer Zeit stammt, 'Rinderschlächter' bedeutet und gewiß dem gr. βουφόνος[1], skr. *goghnas* entspricht, als 'nicht trauenswürdig' und 'nicht hinlänglich gestützt' bezeichnet, sagt er nicht, und ich kann es nicht erraten. Es sind doch in den Contribb. genügend viele und gute Belegstellen gegeben. Zu ältest tritt der Name etwa um 400 als Epitheton auf. Enna, einer der Söhne Conall Gulbains, führt diesen Beinamen (Enna Bōguine Rawl. 502, 89f 44, 144d 21), wird aber auch kurz Bōguine genannt (so nicht weniger als fünfmal ausgeschrieben LL 347 und Zeitschr. X 43, 12). Dann ist aus dem 7. Jahrhundert ein Bōguine macc Find bekannt, nach späterer Schreibung *Bogaine* (AU 717). Wenn aber Marstrander von dem Ortsnamen *Bōguine* ausgehen will, so spannt er den Karren vor den Ochsen. Auch schreibt er fälschlich *Boguine* und an eine 'Ableitung mit *-ĭnion* von irgendeinem (unbekannten) mit *Bog-* anlautenden Namen' ist natürlich nicht zu denken. Denn *Tīr Bōguine* und *Cenēl mBōguine* sind ja eben nach jenem Ēnna Bōguine benannt, wie aus mehr als einer Anmerkung in den Annalen oder Hogans Onomasticon leicht zu lernen war. Wenn *Bōguine* allein als Ortsname vorkommt, so ist das nur ein abgekürzter Sprachgebrauch, wie *Conn* für *Leth Cuinn* u. dgl. Die Bewohner dieses Gebietes und Nachkommen von Enna B. hießen *Bogainig*. MR. 150, 10.

Schließlich sei noch bemerkt, daß ich Arch. III 323 eine späte Erzählung abgedruckt habe, welche den Ortsnamen *Benn Boguine*, den Hogan glücklich mit dem heute Binbane oder Benbawn genannten Berge in der Grafschaft Bannagh identifiziert hat, durch die Erfindung einer Frauengestalt namens Bōguine zu erklären sucht.

147. Ir. *facht.*

Neben dem oben § 55 aufgestellten *facht* mit kurzem *a*, welches Arch. III 294 § 14 mit *lat*, Metr. Dinns. II 34 mit *macdacht* reimt, liegt ein Substantiv *fācht*, welches sich im Metr. Dinns. I 50, 7 findet: *fāchta tuili, tond aithbe, aichre fri trāchta trethna,* wo es im Reim auf *trāchta* steht.

[1] Marstrander schreibt fälschlich βοΥΦΟΝΟϹ.

148. Mittelir. ***scacaim*** 'ich seihe'.

Dies heute noch lebende, zuerst im Mittelirischen auftretende Wort ist gewiß aus dem altnord. *skaka* 'schwingen, schütteln' entlehnt. In der älteren Literatur wird es vom Durchseihen der Getränke gebraucht, wonach der damit beauftragte Diener *sgagadōir* heißt. Eine besondere von den Wikingern geübte Behandlung der Getränke wird wohl den Anlaß zu der Entlehnung gegeben haben.

Da in 'seihen' der Begriff der Scheidung, Trennung enthalten ist, hat sich die Bedeutung dann auch zu 'separate, split' entwickelt. Das Partizipium *sgagtha* entspricht ferner in seiner Anwendung auf ein hohles Aussehen dem engl. 'strained' oder 'washed out'.

149. Altir. ***Dīmma*** n. pr. m.

In RC 36 bezweifelt Marstrander leichtfertig, daß ich oben § 33 diesen Namen zu Recht mit langem ī angesetzt habe. Er schüttelt dabei seinen ganzen Zettelkasten aus, ohne damit etwas anderes zu erreichen, als Papier und Druckerschwärze zu vergeuden[1]. Denn das einzig entscheidende Mittel zur Feststellung der Quantität, die Beobachtung des Wortes im Reime, wendet er nicht an. Nun reimt aber z. B. in Gormans Martyrologie, dieser Hauptquelle für die richtige Schreibung so vieler Namen, *Dīmma* auf *dīgla* (Jan. 6), auf *crīnna* (März 9), auf *mīlla* (Nov. 1), auf *rīgda* (Nov. 3); ferner *Dīmmān* auf *sīrbān*[2] (Jan. 10) und *Dīmōc* auf *mīnōc* (Dez. 10). Übrigens bedurfte es kaum dieses Beweises, da *Dīmma* ja Koseform zu *Dīarmait* ist.

150. Fremdnamen im Irischen.

Für die oft sehr glückliche Anpassung und Umdeutung fremder Orts- und Personennamen, auf die ich Ir. T. III 279 aufmerksam gemacht habe, stelle ich noch folgende Belege zusammen:

Cōel na Siria, Rl 502, 71 b 31 für *Coelesyria*;
Colach, TTr. 72 'Kolchier';
Crōmīn, TTr. 1170 für *Orchomenos*[3];
Echfrit[ān], Fél.² 136 für *Ecgfrith*;
Erpoint, TTr. 1113 für *Propontis*;

[1] Dasselbe tut er bei der Besprechung von *dein* (oben § 115) und *den*, wobei es ihm dazu noch passiert, daß er Formen von *dīan* daruntermischt.

[2] Außerdem steht es in quantitativem Gleichklang mit *Fīalān*, *fīrōg* usw. (Sept. 9).

[3] Stokes wollte in *Ocrōmīn* ändern, wogegen aber schon die Alliteration mit *calathchrūaid* spricht.

Ichtbricht, Cáin Ad. § 28, ***Ichtbrichtān***, Fél. Dec. 8 für *Ecgbeorht*. Dagegen *Eicbericht*, AU 728, *Ecbricht*, Gorm. Apr. 24.
Hirūath, Fél. Prol. 85, für *Herodes* den Großen. Andere Herodes dagegen heißen *Herod*, z. B. *Herod Agrippa*, Fél.[2] 170;
Huiltbrith, Gorm. Apr. 24 für *Wilfrith*;
Lūath Lirta, LL 143 b 42 für *Laertes*. Dagegen *Leirtis* (Gen.) im Merugud Uilix;
Nemrūad oder ***Nebrūad***, LL 143 a 28, SR 2730 für *Nemrod*;
Ōenreicc, AU 1023, ***Ōenric*** Tig., für *Henricus*, später *Ōenrī*, *Ēnrī* 'Henry';
Teglach (***Teglad***) ***Fallasar***, LL 144 a 7 und 22, für *Tiglath Pilesar*;
Ulcalegōn, TTr. 829 für *Ucalegon*.

Als ein modernes Beispiel führe ich aus Begley-MacCurtin noch *Scálbhóinis* für 's(k)lavonisch' an.

Wie der Dichter von Saltair na Rann dazu kommt, den Odysseus oder Ulixes, der sonst immer *Uilix* genannt wird, *Oëth* zu nennen[1], weiß ich nicht. Stokes vermutete, daß es Oὖτις wiedergeben soll. Unmöglich ist das nicht. Die Kenntnis der Kriegslist des Odysseus mag sich aus der goldenen Zeit irischer Gelehrsamkeit bis ins 10. Jahrhundert fortgepflanzt haben. Den gebildeten Iren der frühen Jahrhunderte war jedenfalls die Zyklopenepisode so vertraut, daß man einen grausamen Menschen zur Zeit des Patricius 'Cyclops' nannte[2].

151. Ir. *astarceist* exorcista.

Dieses lateinische Lehnwort kommt in einem Zeitschr. IX 171 abgedruckten mittelirischen Gedichte[3] vor, in welchem u. a. das Wergeld für die sieben kirchlichen Rangordnungen vom Bischof mit einundzwanzig Kühen bis zum Pförtner (*dorsid*) mit dreien aufgezählt wird. Nachdem der Lektor (*lēigtheōir*) mit acht Kühen erwähnt ist, heißt es § 4: *se baa dīre in asdarceist* 'sechs Kühe sind das Wergeld des Exorzisten'. Das Wort ist an die heimischen Wörter *astar* 'Reise', eine Nebenform von *aister*, und *ceist* 'Frage' angelehnt worden[4].

[1] *Rī rosāer Oëth [n-]ōcda | do chlaidiub na Ciclōpda*, v. 7349.

[2] 'Erat quidam homo in regionibus Ulothorum Patricii tempore, Macuil mocu Greccae, et erat hic homo ualde impius, saeuus tyrannus, ut Cyclops nominaretur', Muirchu mocu Machthēni, Arm. fol. 5 b 2.

[3] Als Verfasser nennt sich in der letzten Strophe Muirgius ō Duib dā Boirenn, dessen Datum mir nicht bekannt ist. In § 3 ist zu lesen: *rosoich can brēic nā [d]eochair | dā bā dēc don subdeochaın.*

[4] Vgl. dazu den Gebrauch von *astar* in der folgenden etymologisierenden Glosse in H 3. 18, 61 b: *arsaidh nī dicenn .i. astar olc do neoch an glām dicend.*

152. Altir. *ar-āilim* 'auferlegen'.

Dieses Verb, dessen Nomen *erāil* mit dem davon abgeleiteten *erailim* allgemein bekannt ist, findet sich in dem Sinne 'einen Wunsch (*āil*) auferlegen' in der älteren Version von Tochmarc Emire RC XI 444, 4: *hō arrāill* (= *ar-ro-āil*) *for Coin Culaind anī ba haccobor leiss.* Das *ll* wird auf Schreibfehler oder Mißverständnis beruhen.

153. Kymr. *giff gaff*.

Hr. J. Glyn Davies macht mich darauf aufmerksam, daß das oben § 78 erwähnte nordenglische *giff gaff* im Mittelkymrischen als ein Hetzruf bei der Jagd wiederkehrt. So heißt es im Buch von Aneurin (Skene II 90, 14):

Ef gelwi gwn gogyhwc:
Giff gaff! dhaly dhaly! dhwc dhwc!

'Er pflegte die Hunde . . . zu rufen: *Giff gaff!* halte fest! halte! bring, bring!'

154. Besserungen und Erläuterungen zu *Saltair na Rann.*

Ehe ich weitere Beiträge zum Wortschatz und Sprachgebrauch dieses wichtigen Denkmals der irischen Sprache des 10. Jahrhunderts liefere, ist es angezeigt, aus einer Kollation der Stokesschen Ausgabe die Hauptergebnisse mitzuteilen. Ich gebe im folgenden die Lesarten der Handschrift, wo sie von seinem Texte abweichen.

Z. 55 rith imratha 144 iffirnn 179 forith riathair 192 condib 305 dorigne 516 arem auf Rasur 521 oenfochraic 578 rigroen 585 inc*h*lais 590 soermind 591 cec*h*noll*g*r*a*d 698 friáthi 717 dodecc*ra*ib mit Punkt über und unter b 766 immares 877 biastai 947 craesduib 954 iffirnn 990 derbdind 1019 *con*canat 1131 fogebaid mit punct. del. über i 1354 istocomrach[1456 ochrithlam mit punct. del. über o 1691 hairc 1705 marrodeircc, cc auf Rasur 1813 iarfír 2107 *g*r*a*da 2135 rosoc*h*ta, c*h* aus s korrigiert 2193 arsain 2208 naheisseirge 2277 Melchisedech 2480 nacluasaib 2498 coemnair 2548 indfairge 2552 *for*sotarrasad 2575 ammuig 2589 noi 2594 inmbith 2935 lainnerdaig 3119 rotrobaeth 3350 tadc*h*reti 3436 doræga 3464 airmitnech 3618 co*m*das 3658 dofuc 3701 *con*for*n*gart 3821 f*ri*samlai 3825 dofortacht 3923 daf*or*aithmet 4034 dondardrig, das dritte d über der Zeile 4065 rodasas 4080 t*ri*achrosfigill 4149 rom*en*-

maiged 4418 eterchrannchaingil 4446 ollgrad 4455 cest 4480 fechair 4674 tor trelmach 4702 toicthech 4733 cofairrgi 4778 comdas 4809 Nirasnachnduine 4849 Cengait 5043 cacha 5096 dichloich 5130 labuidnib 5158 inoenaitt 5182 anairdes 5206 forgalail 5246 oaffraicc 5367 amac samla 5432 herordai 5470 triagretha 5544 uasaib 5685 arclith comnart 5748 diatuaith tir 5757 acruth 5824 isindamseir, das letzte i übergesetzt 5961 INduar 5965 Sreith 5975 cosuairce 5999 fritindrem 6026 gradnual nar 6170 coachimelech 6179 cenchomrac 6189 Doachimelech 6245 fiadintslog 6492 forsmaidfed 6555 ascechcoi 6637 centreissi 6664 fogabulrind 6855 doticfa 6857 Coragaid 6927 ragabas, das erste a aus o korrigiert 6938 diar mit punct. del. über i 7063 fláith mit punct. del. über l 7259 bait 7396 nafairrge 7415 fochircholggaib 7462 fonoemnelaib mit zwei Punkten unter o 7491 mor miad 7618 sintorcraid 7647 fiaddrongaib 7657 cian coir 7659 cenchacht 7666 gluairib gormrath 7670 segda solman 7772 darhiffernn 8072 lasra 8084 consceraitar 8111 setfedach 8141 nassadglan 8143 agnasadbal 8154 condatruaga.

Daß Stokes Längezeichen, die der Schreiber von Rl 502 sehr selten gebraucht, ganz willkürlich gesetzt hat, habe ich schon früher bemerkt. Manchmal verwendet er sie auch falsch, wie z. B. 1726, wo mit der Hds. *nacharleñ* (zu *lenaim*; vgl. *diar lenamain* 1722) zu lesen ist. Hier hat er auch Strachan verführt[1].

Das Kompendium für lat. *vel* löst St. stets *nō* auf, während es an manchen Stellen die Geltung von *nā* hat; so z. B. 4844, wo mit der Prosaauflösung in LB *cardes nā clemnas* zu lesen ist; oder 4976, wo das *h* von *hētsecht* auf *nā* hinweist, ebenso wie das 7268 der Fall ist.

Da der Schreiber von Rawl. 502 das punctum delens fast immer über den betreffenden Buchstaben setzt, so ist gelegentlich der Punkt über *n* auch als solches aufzufassen, wie z. B. klärlich in *coñcrabad* S. 84a 9. So ist 114 *co gle*, 2707 *co glain*, 4603 *dil* zu lesen. Auch 2562 ist der Punkt über *f* so zu deuten und *nīm āil* (im Reime mit *grāin*) zu lesen.

Da der Dichter stets das relative *nad* gebraucht (z. B. 342, 451, 937, 1191 usw.), so ist auch die Suspension nā so zu ergänzen, während

[1] Besonders irreleitend ist das Längezeichen z. B. in *láinib* 969, 6763, *bánamail* 1226, *róm* 1270, *dímdach* 1471, *Balám* 4777, 4786 usw., *nirás* 4809, *écnaid* 6961, 8181, *héd* 7010, *ómnaig* 7763, *dánim* 7887. An keiner dieser Stellen steht es in der Handschrift.

Stokes 366 und 2649[1] na*ch* druckt. Nur vor *dil* 6239 und *dis* 6423 (also vor *d*) ist *nach* gebraucht.

Daß die Suspension bliā je nach dem Reim als blia*dna* oder blia*dan* zu ergänzen ist, hat St. in seinen Textverbesserungen in der 'Academy' von 1883 (II 31 ff.) zu 3385 u. 3412 nachgeholt. Es kommt aber noch 2272 hinzu, wo *bliadna* auf *triamna* reimt. Dagegen ist 3901 statt des archaischen *bliadne*, das der Dichter nur im Reim verwendet (4728, 6564), *bliadna* zu setzen[2].

1315 ist cē in ce*ch* (nicht ce*n*) aufzulösen. Vgl. ce*ch* thucht 4267.

Wie 146 firmim*eint* im Reim mit *deirg* zu schreiben ist, so 3951 tairb*eirt* im Reim mit *airdeirc*. Auch 4123 wird so zu lesen sein.

Den Gen. Sing. und Nom. Plur. von *macc* schreibt die Hds. gewöhnlich *meicc* aus, einmal aber *maicc* (2992, wo der Schreiber den Reim mit *bailcc* fühlte). Ersteres gehört der Sprache des Schreibers, letzteres der des Dichters an. Es ist also durchaus *maicc* zu setzen, was auch aus den Reimen mit *bailcc* 2981, *dait* 5853, *aircc* 6603 erhellt. Wie ich in den 'Illinois Studies 1917' gezeigt habe, bilden gerade diese Formen ein gutes Kriterium für Datierung von Gedichten[3].

Was nun die von St. in der 'Academy' vorgeschlagenen Emendationen betrifft, so sind sie weder durchaus annehmbar noch erschöpfend; vielmehr bedarf unser Text noch auf Schritt und Tritt der Besserung. Dazu hilft uns am besten erstens eine genaue Beobachtung der metrischen Regeln und Gepflogenheiten, die der Dichter befolgt, und zweitens die Tatsache, daß der Schreiber, so sehr er auch sonst seinen eigenen Sprachgebrauch zur Geltung brachte, doch gelegentlich die älteren Formen richtig kopiert hat, wie wir eben bei *maicc* gesehen haben.

Über die Metrik von SR hoffe ich demnächst eine eingehende Studie vorlegen zu können. Hier will ich nur bemerken, daß man nicht annehmen darf, wie Bergin es kürzlich in 'Ériu' getan hat, daß unsere Kenntnis dessen, was die Dichter der verschiedenen Perioden für geboten und erlaubt hielten, durch die Regeln der Lehrbücher erschöpft ist, die ja über manches Wichtige stillschweigend hinweggehen. Nur aus den Gedichten selbst können wir diese Kenntnis entnehmen, und da ist, wie ich zu zeigen gedenke, noch vieles zu er-

[1] Hier macht er seinem sonstigen Gebrauch entgegen die Suspension nicht kennbar.

[2] So gebraucht also der Dichter im Gen. Plur. je nach Bedarf des Reimes die drei Formen *bliadne*, *bliadna*, *bliadan*.

[3] In einem Eochaid Eōlach ūa Cēirīn, einem Dichter des 11. Jahrhunderts, zugeschriebenen Gedichte (Metr. Dinns. III 176, 120) reimt *mōrmeicc* auf *gleic* und in einem anonymen Gedichte, das wir auch nicht früher anzusetzen haben, *sōerṡeirc* auf *ōenmeicc* (ib. 190, 3).

forschen und manches Gesetz und manche Lizenz überhaupt erst noch aufzufinden[1].

Als ich meine irischen Studien anfing, war die Ansicht weit verbreitet, daß die große Masse der älteren irischen Literatur, mit Ausnahme der Glossen und einiger in den ältesten Handschriften überlieferten Texte, in einer Sprache abgefaßt sei, die ein Nebeneinander und Gemisch von alt- und mittelirischen Formen bilde. Man schob damit die Zufälligkeiten und Mängel der Überlieferung den Verfassern in die Schuhe. Darum kam auch Stokes z. B. nie zu einer genaueren Datierung eines Textes[2]. Wie es sich auch im einzelnen mit den Prosatexten verhalten mag, wo zu den Entstellungen der Abschreiber noch die Versehen und Einschiebsel der Umarbeiter kommen, die Sprache eines Gedichtes muß eine einheitliche gewesen sein. Der Dichter kann unmöglich Formen, die Jahrhunderte auseinanderliegen, fortwährend in derselben Funktion wahllos ohne ersichtlichen Grund dicht nebeneinander gebraucht haben. Archaismen, Neologismen, sprachliche Notbehelfe dem Metrum oder Reim zuliebe haben sich die Dichter aller Zeiten gestattet, und unser Dichter macht reichlich Gebrauch davon. Aber einen solchen Wirrwarr von Formen, wie er in dem rezipierten Texte von SR vorliegt, wenn z. B. 2672 *doridnacht* steht, dagegen 2633 *rotidnacht*, oder fünfmal *dorarngert* und dann 3057 plötzlich *rotharngert*, hat die Willkür des Abschreibers geschaffen. Auch Strachan stand, als er sein 'Verbal System' schrieb (1895), noch stark unter dem Einfluß der Mischtheorie, und so kommt es, daß er uns wohl eine Statistik der Verbalformen des überlieferten Textes, nicht aber des Sprachgebrauchs des Dichters geliefert hat.

Er hat es überhaupt kaum versucht, die ursprünglichen Lesarten wiederherzustellen. So wagt er es nicht, 7259 *biit*, wie Stokes fälschlich druckt, in *bīte* zu ändern, obgleich diese relative Form 4898 steht. Er läßt 5971, 6906, 6951 *rothinōl* stehen, wo doch der Schreiber noch eben (6897) *dorinōl* geschrieben hatte, ebenso *rothinolsatar* 5476 gegenüber *dorinōlsat* 5479 (innerhalb weniger Zeilen!) und 6485. Er führt das späte *luidis* neben *luid* ohne Bemerkung auf, während doch der

[1] Was z. B. den von Thurneysen (CZ. XI 36) und Bergin beanstandeten Reim *grāddai* : *barbardai* SR 5016/17 betrifft, den sie gerne wegkonjizieren möchten, so kehrt er in *dāna* : *barbarda* 7351/2 wieder. Zu den von mir gesammelten Beispielen kommen immer noch neue hinzu, wie *tūs* : *cāemārus*, Metr. Dinns. III 422, 13; *sona* : *lerthōla*, ib. 18, 217; *trācht* : *asrēracht*, ib. 214, 5. Damit sind ja doch die Gesetze des debide-Reimes nicht über den Haufen gestoßen, sondern wir haben es nur mit einer gelegentlichen Lizenz zu tun, die nachzuweisen doch sicherlich nur förderlich sein kann. Über kurzes *duib* st. *dūib* s. unten zu Zeile 2217.

[2] Was SR betrifft, so meinte er (S. I), daß die zahlreichen mittelirischen Formen des Gedichtes unmöglich alle vom Abschreiber herrühren könnten und führt als solche *na tri múir*, *na slóig*, *scérdair*, *istsléib* an!

Schreiber zu dieser Form nur dadurch kam, daß er das stets dreisilbige *Iácōb* zweisilbig las. Er läßt den späteren Imper. *cluin* 2441 neben *cluinte* stehen. Auch in seiner 'Middle-Irish Declension' exzerpiert Strachan SR. ohne ausgiebige Benutzung des Metrums und der Reime, um die vom Dichter gebrauchten Formen festzustellen. So ist z. B. statt *curp* 1108 und 1167 *corp* im Reime mit *locht* zu lesen, wie 2740 steht; und statt *grāid* 666, 669 *grad*, wie 661 und 681 richtig steht[1], und *grāda* 1646 und 1649 ist ebenso zu ändern.

Es kommt hinzu, daß Stokes und Strachan die metrischen Gesetze nicht immer genau beobachtet haben. Sonst hätte z. B. ersterer nicht 51 [*fír*]*chert* verbessern wollen oder vorgeschlagen, 7304 *armgrād* (: *Abrām*) in *armrad* zu ändern, noch hätte er 7318 *clainne* eingeschaltet, wo doch *Iácōb* als Dreisilbler skandiert. Und Strachan würde *no-dossaig*[2] 2079 nicht in *nodfossaig* haben ändern wollen, wenn er den debide-Reim mit *derfadaig* beachtet hätte[3].

Hat der Schreiber, wenn auch nur an Einer Stelle, eine gut altirische Form bewahrt, die zu seiner Zeit nicht mehr gang und gäbe war, so dürfen wir nicht anstehen, sie überall einzusetzen. Das ist z. B. mit dem einmaligen *antūaid* 4261 gegenüber *attuaid* 3486, *atuaid* 157, 2645, 3013, 3159 usw. der Fall. Ebenso ist mit 1054, 5274, 7292 überall *rītglu* (nicht *retla* mit 270, 7537 usw.) zu lesen; ferner *corrici* (1702, 4472, 5496, 6210) statt *condici* 2322, *conice* 5872. Auf ganz sicherem Boden stehen wir, wenn die ältere Form auch noch durch den Reim bewiesen wird, wie das z. B. mit *messe* (1591, 4831) der Fall ist, das 3636 mit *gesse* reimt, gegenüber dem häufigen *missi* (1788, 1867, 2036, 2039, 5533 usw.).

Durch all dieses erhält nun unser Text ein ganz anderes, wesentlich mehr altirisches Aussehen. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Dichter die in seinem Jahrhundert im Entstehen begriffenen und allmählich um sich greifenden mittelirischen Formen, ebenso wie archaische Formen nur dann anwandte, wenn die Vers- oder Reimnot sie ihm an die Hand gab. So vergleiche man z. B. das einmalige *trī ingena*

[1] Der von Strachan angeführte Akk. Plur. *nōebgrāid* 1811 (: *ōendāil*) ist wie *congrāid* 1369 zu erklären. Siehe oben § 105.

[2] Vgl. *sruthar sāeglond nodassaig*, Metr. Dinns. II 82.

[3] Ich selbst hätte oben § 60 kein Wort *accrīch* aufgestellt, wenn ich darauf geachtet hätte, daß der Reim mit *slat-brīg* ein Wort mit *c* (gespr. *g*) verlangt, so daß Marstrander RC 36, 376 mit seinem Vorschlag, *cacrīch* = *cocrīch* zu lesen, gewiß recht hat. Ebenso weist der Reim mit *saccaib* SR 3548 auf ein Wort *accal* mit *cc* (= *k*) hin, das Marstrander ebenda 377 in einem aus *ad-cēll* entstandenen *accal* 'Schlauheit, Gewandtheit' zu finden meint, das freilich auch besseren Sinn gibt. Auf jeden Fall ist ein aus *ad-gal* entstandenes Wort, wie ich es oben § 61 angesetzt habe, hier nicht möglich.

6520 und das zweimalige *trī blīadna* 6700, 7736 mit *teora ingena* 2492, *teora blīadna* 6716, 6733, 7113, *teora n-ūar* 4139, *teora n-aidche* 6180, *teora mili* 6300, um sich zu überzeugen, daß für den Dichter die altirischen Formen die gebräuchlichen, die mittelirischen ein Neologismus waren.

Es würde nun auf eine Neuausgabe hinauslaufen, wollte man in der angezeigten Weise den Text von Zeile zu Zeile wiederherstellen, besonders da auch die Orthographie natürlich einheitlich zu gestalten wäre[1]. Auch die oft ganz irreführende Interpunktion der Stokesschen Ausgabe müßte verbessert werden. Hier beschränke ich mich darauf, eine Reihe möglichst typischer Besserungen vorzuschlagen und überlasse es dem Leser, Analoges selbst überall durchzuführen.

13. Lies *dorigni.* Wie die Reime zeigen, ist an allen Stellen so zu lesen, außer etwa in 5608, wo *dorigne* auf *rosindre* reimt.

14. L. *nī himchlōithech.*

21. L. *tētadbul dē,* wo *dē* proleptisch auf *do chētadbur* zu beziehen ist, wie ähnlich 1323, 2557, 3307, 6255, 6317 (*fri*). Vgl. *donti do Hectoir*, TTr. 961.

23. L. *fri samlai suthaig | in maiss n-amrai n-ēcruthaig.* Hier ist *maiss* Objekt zu *rodelb*; *samla* ist ein iā-Stamm; zu dem Reim *samlai* : *amrai* vgl. 4637.

32. *dian* = altir. *diant.* So ist auch 6410 statt *dianid* zu lesen. Zu *fotlethet* vgl. *fatlethet tige Téphi*, Metr. Dinns. I 8.

33. L. *rochruth* und vgl. *cruthad* 863, 2046.

51. L. vielleicht *delm chert*, wie 31.

55. L. Zu dem handschriftlichen *im ratha* vgl. 5847.

62. L. *chīarchalad.* Ebenso *glēamra* 70.

67. *dītha*, Akk. Plur. von *dīth*, wie 1015; Gen. Plur. *dīth* 5711.

75. *crōda lir* 'der Grausame der See'.

95. Es ist wohl *blāithi* zu lesen.

98. *domidet* 'man mißt', wie *fethet* 2646.

113. L. *rē* im Reime mit *glē.*

120. L. *an nem* wie 112. Von anderen Neutren finden sich noch *bē* 5974, *sruth* 2186, *banscūl.* Siehe die Anm. zu 6977.

131. *rind-rethait.* Str. meinte, daß bei dieser Art Komposition das Verb immer in der absoluten Form stehe. Das ist aber bei *cathgeib* 2734 nicht der Fall.

141. L. *dosrōrainn* : *glōruill.* Derselbe Reim 4213.

[1] So schrieb der Dichter selbst gewiß *ói* und *ái*, während in der Handschrift dafür *œ* und *æ* bunt durcheinanderlaufen. Vgl. *nóib, nóibe* 2415, 2744, 3324, 4335, 6476, 6681 usw., *dóine* 3217, 4014, *tōibaib* 3103, mit *rosgláid* 1290, *sāithrach* 1291, *fāil* 1292, *sāigul* 2259. Doch reimen beide Diphthonge miteinander.

141. L. *Mēt na rēē,* wie ja auch 133 zu lesen ist.

173. Auch hier ist der Punkt über *f* wohl punct. del. Wir haben es augenscheinlich mit einem Adj. *ail* zu tun, das auch in *macc Enos ail* 4947 vorliegt. Das in Gorm. Oct. 9 mit *nāirech* glossierte *ail* ist, wie der Reim mit *Tāil* ausweist, mit *āi* anzusetzen. Danach ist mein Eintrag 3. *ail* in den Contribb. zu ändern.

208. L. *dib rannaib derbdaib dēēc.* Vgl. 212.

215. L. *delgnaid* [*den*].

223. L. [*fri*] *sreith na slīab ōs cach blā* | *frisreith grīan ocus ēsca.* Vgl. *friu rethes grīan a lānrith* 260. Zum Reime *blā*:*ēsca* vgl. 415. Statt des vom Schreiber beliebten *blai* ist öfters *blā* einzusetzen, z. B. 407.

231. *quindecim* ist wie *decimbir* 2613 zweisilbig zu sprechen.

235. L. *ocus hi Pīsc* [*grīan*] *co glē.*

257. L. *It hē* wie 364, 692.

285. *linn* ist hier und 493, 4067, 6578 als Fem. gebraucht. Das archaische *mār* findet sich noch 4041, 5193 und in *bith-mār* 150.

287. *muir* ist hier Fem., dagegen Neutr. 909 ff. Vgl. auch 2566, 4003, 4021.

293. L. *forosnai.*

300. L. *sē commē*(*i*)*t dēēc talman.* Auch 280, 292, 332, 376 usw. steht *talam* ohne Artikel.

311. *rīmess* (3. Sg. Präs. Ind. rel.) fehlt bei Strachan.

320. L. *immud* oder *imbud* wie 968, 1410; vgl. *imbed* 4020.

327. Die mittelir. Form *treothu* kehrt 4311 wieder.

332. L. *rīg* wie 937. Der Akk. nach *fail* findet sich ferner 361, 373, 777, 2861: dagegen *fail cathir* 353 (auch LB: *fil cathir and*), *i fail Fīada* 636, *fail bethu* (: *srethu*) 648.

355. *inti* hier die Dativform, 447 und 6352 in akkusativer Bedeutung.

374. Zu *taichme* vgl. Metr. Dinns. III 2, 7.

375. L. *samlaim cech diib.*

378. *grenchaib* zu *grenach* 'Kiesboden' (von *griān*), Metr. Dinns. III 246, 64.

388. L. *dīārmidi d'ilmīlib.*

394. *crēdumaib* st. *crēdumai*, nur des Reimes wegen so geschrieben.

403. *feith*, 2. Sg. Imper., von Str. nicht angeführt, bei dem auch der Imper. *slig* 2319 fehlt. Das Verbum *feithim* 'beachte, merke auf' liegt auch 2646 in *a lethet . . . dia fethet* 'wenn man seine Breite beobachtet'.

405. *airri* fem. (*ūada* LB), auf *treb* bezüglich.

413. L. *ind frithmūir.* Diese altir. Form des Artikels im Nom. mask. ist überall einzusetzen. Vgl. besonders 8337 ff.

417. L. *Mūir.* So hat auch LB.

422. L. *timchellat.* Ebenso *taidbret* st. *taidbrit* 7731, *ticfat* st. *ticfait* 1164 usw.

449. L. *dliged.* Der Schreiber verstand wohl *conōi* nicht mehr, ebensowenig wie LB, wo *conōi dliged* mit *co ndān dligthech* wiedergegeben ist.

464. Hier ist mit St. *athchomarc* zu lesen. Oben § 129 hatte ich mich daran gestoßen, daß dies keinen Vollreim mit *clothalt* geben würde. Wir haben es aber mit einem debide-Binnenreim zu tun, wie noch in *betha* : *ilretha* 717, *cāich* : *bithblāith* 983, *mūr* : *bithūr*, ib., *fodēin* : *bithphēin* 1747, *lēn* : *imthrēn* 5031, *cliu* : *lethiu* 5771, *sonairdib* : *prīmchomairlid* 6651, *nūall* : *Irobūam* 7091, *merbe* : *Olferne* 7227.

493. L. *āilli a n-inni, a n-ōibthrethna.*

499. L. *slōg* (: *mōr*); ebenso 647 *slūag* (: *būan*); 2068 *slūag* (: *ūag*).

500. St. *do findtopraib* hat LB *do thopraib fīna.* L. vielleicht *do fintopraib.*

514. Hier ist mit der Prosa *cēt 's a cethair* zu lesen.

516. L. *īar n-ārim do fochraicaib* (von *cēt* abhängig), wodurch wir auch Alliteration erhalten.

520. L. *cech ōinfochraic dīb d'aisnēis.*

543. L. *Domnationes,* ebenso 699, und *domnus* 582. Vgl. *domne,* Hib. Min. 45, 16.

558. L. *issī* und vgl. 51, 744. 752. So auch wohl *nī hī a n-āirim* 737.

565. St. *ūasdaib* l. *ūasaib,* wie 4910, 5544 steht.

572. St. *cāim* l. *cōim* (: *nōib*).

595. L. *'na ndīad,* wie 3982 steht und auch 2017 im Reime zu lesen ist.

616. L. *rōinmag* u. vgl. 510.

636. L. *fīada,* wie 644 im Reim mit *trīamna* steht.

661. Hier ist *doib* zweisilbig wie *dooib* 7272, 7296. Ebenso *tooir* (*to-foir*) 1101, *cooir* 1102.

692. L. *it hē ind ūasaltechtairi* (: *chairi*).

717. St. *dodecrai* ist *do dechraib* (: *srethaib*) zu lesen, was noch von *nī* 714 abhängt, wie ja dieselbe Konstruktion 721 ff. fortgesetzt wird. Vgl. *do dechraib* 7261.

753. L. *sliucht fō n-ait.*

759. Hier haben wir in *nōdeich* die Nebenform von *nōi,* von der ich in den 'Illinois Studies' gehandelt habe, hier augenscheinlich als Kompositionsform gebraucht. Vgl. den Personennamen *No-gus* gegenüber *Oen-gus.*

778. L. *ruirig* wie 161, 1606, 3532, 3926 usw. steht; Gen. Plur. *ruirech* 5264, 6630, zum Nom. Sing. *ruri* 7073, *ruiri* 7473, 7566. Daneben gebraucht der Dichter *ro-rī* 547 (: *tronī*), Gen. Sing. *rorīg* 824. Vgl. *do rorīg* (: *tīr*) Metr. Dinds. III 182, 203.

786. L. *derbdein*.

790. Hier ist *na* auszulassen. Vgl. 584.

807. St. *'mo bethu* l. *mo bith*.

835. *feib* cum gen. 'kraft'.

850. Je nach dem Bedürfnis des Metrums gebraucht der Dichter *diumsach* 6935 oder *diummusach* 6856; ebenso *diumsa* 6866 und *diummusa* 6796; *tairmthecht* (1469, 1530, 1559 usw.) oder *tarimthecht* (vgl. den Index und 1616).

893. *lān* ist abwechselnd wie hier mit *di* konstruiert, oder mit dem Gen. wie 1258, oder archaisch mit dem Dat. instrumentalis, wie 393.

921. Hier ist nicht mit Stokes im Index *fothair* anzusetzen, sondern *fo thāir* (: *gāir*) zu lesen.

969. *lubaib* ist bloß dem Reim zuliebe für *lubai* (Gen. Plur.) geschrieben.

995. L. *glaine crotha*. Vgl. *glaine a hērgnai* 2771.

1075. L. *būaid n-ēim* u. vgl. *lūad n-ēim* 1541, *mod n-ēim* 4417.

1096. St. *trichtaige* ist mit LB *trichtaide* zu schreiben. Unser Schreiber setzt *g* statt *d* auch in *angbaig* 1512, *dorignacht* 2020, 2672, *imluag* 2130, *rocechlaig* 2234, *anag* 5673. Umgekehrt *d* st. *g*: *fordoralaid* 2189, *islidte* 3482, *roentaid* 5701, *togaid* 4295.

1103. Hier ist *cumtaig* nicht, wie ich oben § 129 annahm, eine Verbalform, sondern Gen. Sing. von *cumtach*, Attribut zu *tlī*.

1135. L. *'sint slūaig* (: *fūair*).

1139. *ar thūaichle tricce*, mit vorangestelltem Gen., wie sehr oft bei unserem Dichter, z. B. 26, 630, 2579, 4743, 6267, 6383, 6699, 7517 usw.

1143. St. *methlad* l. *meth blad*.

1146. L. *rottuistiged*. LB hat *is tūsca rotusmed*.

1159. L. *cor' erāla-si*.

1180. *parduis don doros* 'zur Tür des Paradieses'. Dieselbe Wortstellung 4434 *grēne fri turcbāil*.

1187. L. *atū* mit LB. Ebenso ist 3102 *atāi* zu lesen, wie sonst immer richtig steht (1205, 1676 usw.). Umgekehrt ist 3931 *itā*, 4799 *itāi* zu schreiben.

1189. L. *maso*, wie 3497 steht. Ebenso 3872.

1193. L. *tan nad bī* mit LB und vgl. 1199.

1196. Hier wollte Str. zweifelnd in *dognīm* eine 1. Sg. Ind. Praes. sehen (= *dogniu*). Solche Formen kommen ja vor, wie z. B. *Gōedelg glēgasta gnīim*, Rl 502, 77b 14. Aber sein zweiter Vorschlag, *gnīm* als Verbalnomen zu fassen, ist der richtige. *less* ist Gen. Plur.

1203. Hier ist wieder *in* auszulassen.

1208. *a andeir* (: *glandil*) ebenso wie *annir* LU 123a 9 zeigt, daß dies und nicht *ander* die richtige Nominativform ist. Vgl. mkymr. *anuair*. Wenn Cormac 79 *ander* schreibt, so tut er das wohl nur seiner Etymologie (*an-der*) zuliebe.

1221. Hier schlage ich zögernd *cech fia*[*daball*] zu lesen vor. LB hat aber *cech maith*. Vielleicht ist auch Reim zwischen *fia* und *Dia* beabsichtigt.

1224. *didu*, das St. in *dīgu* ändern wollte, ist beizubehalten. Es ist das altir. *didiu*, so daß zu übersetzen ist: 'jeder Baum . . . ist uns daher gestattet' (*for riaguil* = *for ar comas* LB).

1225. L. *rodīlsig* mit *ro-* wie in *dosrosat* 1222, *rofūacart* 1229.

1250. L. *aire* wie 1249; altir. *airi*.

1253. *eirg* = *eirgg* (*eirgcid* 1445), was Str. mit *ēirig* verwechselt. Da das *g* Verschlußlaut ist, darf wohl an Verwandtschaft mit ἔρχομαι nicht gedacht werden.

1270. *rom* ist wohl as *reom* (3199) zu fassen. LB hat *oslaic remom*. Vgl. *rooslaic riasin nathraig* 1282.

1272. St. *don* l. *din* und so überall. Der Dichter unterschied noch *di* und *do*. Vgl. z. B. 4150, 4314, 4343, 7306, 7412 usw.

1273. Es ist *rott* (= *frit*) *ēis* zu lesen. Str. dagegen faßte *tēis* als 2. Sg. Konj. zu *tīagu*.

1279. L. *cen nach* [*ach*]*t* (: *cacht*). Vgl. *cen acht* 755.

1287. L. *dūaid* wie 1293.

1289. St. wollte *drūad* ergänzen. Aber der Dichter gebraucht *druád* 3858 (vgl. *druíd* 3419, 3849). Auch scheint das Wort mir zu gesucht. Lies vielleicht *ūad*.

1299. Hier hat *grēic* sicher nichts mit altkymr. *gureic* zu tun, wie St. vermutete; sondern *crith grēic* 'tremor graecus' wird ein Ausdruck für eine schlagartige, lähmende Krankheitserscheinung sein (παράλυσις). LB hat *crith 7 fūacht*.

1331. L. *geib* [*ūaim*] *in n-ubull* und vgl. 1333.

1336. L. *conacca* und so überall.

1344. L. *brēc*.

1349. L. *nī as messa*. Vgl. *tressa* 3892.

1350. St. *scarthain* l. *scarad*, wie LB hat und wie 1454 u. 2094 steht.

1379. *remi* ist die vom Dichter gebrauchte Form (3983, 6627); *riam* verwendet er nur noch neutral.

1400. *romba* ist 2. Sg., nicht, wie bei Str. steht, 1. Sg.

1404. *forom* st. *form* ist wie das Mailänder *forum* unter Einfluß von *erum* entstanden.

1416. *a phardus* = *ō ph.* Dagegen *a pardus* 1474, 1483.

1450. *fognīät* wie *dognīät* 3849.

1451. L. *nicostā.* Daß der Dichter *nico* oder vielleicht *nicho*, nicht *nocho* gebrauchte, beweisen *nichomchrāidfe* 1210, *nicharfail* 1560.

1452. L. *co tī allus for n-ētan* mit LB (Str.).

1453. L. *oṅg galar* (: *scarad*).

1465. St. *ranmair* (kein Längezeichen in der Hs.!) l. *rannmair* (: *bladmair*), wie LB hat. Auch 8190 ist *ranmair* geschrieben, wohl um den Reim mit *arbair* zu markieren.

1491. St. *balthai* l. mit LB *blāthi.*

1492. St. *lubai* l. *luibi* (: *bruigi*), wie 935 steht. Auch LB hat *luibe.*

1552. *dorīsi* : *dīlsi.* Der Dichter gebraucht die kontrahierte Form *dorise* noch 1664, *arisse* 2216. Sonst immer *doridise* 1412, 2556, 3500, 3536, *arithissi* 8113.

1557. *biad* ist bald, wie hier und 1160, 1564, 1570, 3098, 7015, einsilbig, bald zweisilbig verwendet (1557, 3088, 4064, 6449).

1566. L. *i n-ocus.*

1568. *diud* hier einsilbig, 3087, 5029 zweisilbig gebraucht.

1605. L. *dī lāim*, wie 2105, 2911 usw. steht. So ist auch überall das fem. *dī* einzusetzen.

1611. Zu *glēthech* vgl. *rothaitne in grīan co glēthech*, LB 124b 37.

1626. Hier ist *torromu* zweisilbig zu lesen, ebenso wie *adnacul* 7676. Vgl. die Anm. zu 231 und 4366.

1628. St. *laa* l. *lathe.* So auch 6140.

1629. *itge thrēn* nom. pro acc. wie oft; z. B. 1823.

1705. L. mit der Hs. *Mar rodeircc.* Auch LB hat *amal roderce.*

1708. L. *rangab*, wie 6087 steht; ferner *ranlín* 1911, *dambeir* 2952, *rambia* 4175, *rambiäd* 2792.

1719. St. *dosfuit* l. mit LB *dofuit.*

1727. L. *atām.*

1731. L. *dorimgair.* Ebenso 2477. Vgl. 4930, 6555.

1855. Stokes' Vorschlag, [*fair*]*siṅg* zu lesen, verstößt gegen den Reim. L. vielleicht *ronfāid* [*Dīa*] *lin ar slūaig siṅg.*

1901. L. *Fris toimsidir.* 'Damit wird die Farbe seiner Gliedmaßen verglichen: (sie ist) so leuchtend wie eines der Gestirne'.

1919. L. *co mbrīg*[*aib*] (: *sīlaib*).

1943. L. *dēin* (DSg. f. von *dīan*), nicht mit Marstrander RC 36, 390 *dēin.* Vgl. *rēil* : *Caēin* 1997, 2395.

1945. Stokes wollte *do[t] menmain* ändern, was jedoch nach *trēn doratus do menmain* 1866 und *tabair do menmain* 3337 nicht nötig ist.

1951. L. *fri feis.* Vgl. 1563, 1571 usw. Ebenso 2215 *n̄greiss.*

1977. L. *doridnacht* wie 1469 u. 2020.

2043. *nacēin = nach cēin.* Ebenso 6421.

2045. L. *nā tāet duine dom etrān.*

2065. L. *Anim.*

2067. L. *cuci* oder *cucai*, wie 2127, 2575, 5873 steht.

2125. L. *ic aichni.*

2135. L. *fri* (oder *la*) *sochta.*

2187. L. *co rosuidig.*

2189. L. *fodarālaig* und so überall *-da-* st. *-do-*. Vgl. *rodagni* 163, *nodafoilcc* 251, *rodamert* 2779, *rodasās* 4065 usw.

2217. *duib* steht dem Reim mit *luib* zuliebe für *dūib*, eine in der späteren Dichtung häufige Lizenz. Vgl. z. B. *duib* (*daib* YBL 170a) : *Eabroibh*, CZ V 24 § 1.

2226. L. *īar n-eladan ildānaib*, wo *eladan* auf *senathar* reimt.

2256. St. *mael* l. *māl* im Reime mit *slān.*

2277. St. *anaimthis* l. *ān a imthūs.*

2288. *int amra Enōc.* Voranstellung des adj. Attributs auch noch 2784, 3666, 7814.

2343. L. *gīallda* (: *blīadna*).

2347. St. *citni* l. *citnē* 'wer sind?' Ebenso ist 7907 st. *ceti* zu lesen.

2357. L. *rebach.*

2382. L. *etarcert.*

2401. L. *Ro ōintadaigset.*

2439. L. *arrōet . . in Rīg.*

2504. L. *lānamain cacha ōinmil* u. vgl. 5043, wo die Hds. gleichfalls *cā = cacha* hat.

2533. L. *di neoch*, wie 2503 steht.

2540. L. *ūaisli cach rīg* (: *brīg*). Wie hier *ūaisli* im Reim mit *artūaissi*, so steht 3675 der Komparativ *teinne* im Reim mit *prīmgeinne.* Sonst herrscht die altirische Endung *-iu.*

2545. L. *trēnmūr* mit Marstrander, RC 36, 388, was entschieden meiner Konjektur *tre-mūr* (oben § 114) vorzuziehen ist.

2560. Es ist nicht wahrscheinlich, daß der Dichter *colam* bald weiblich, bald männlich gebraucht haben sollte. Da nun 2565, 2569, 2574, 2586 und 2599 das männliche Geschlecht steht, so ist auch wohl hier *colam* zu lesen und dann des Reimes wegen *fedba bann* zu ändern. Dann ist auch 2582 *in colam* zu lesen und 2581 st. *lainn* wie in 2543 *lenn* zu setzen. Die Lenierung in *dia chūaird* 2583 verrät übrigens noch die ursprüngliche Lesart.

2611. Hier ist *na* für *no* geschrieben, wie *nabeimmis* Rl. 502, 86 b 3, *cach clessach nachanad cheilg*, LL 144 b 27 usw.

2694. L. *fo nēlaib cach naith nemrūaid*, wo *nēlaib* mit *gēnair* und *naith* mit *maith* reimt und mit *nemrūaid* alliteriert.

2731. St. *forbeir*, was Str. seltsamerweise als 2. Sg. Imper. auffaßte, l. *forbēr* 'ich werde euch bringen'.

2737. L. *Rochomarleicset* wie 2780. Das Wort ist eine Kontamination von *comairligim* mit *lēicim*.

2753. L. *srethaib īath*.

2770. L. *dorairmesc*.

2789. L. *Dorairngert*.

2797. L. *lasa ṅdeochaid*.

2815. L. *ar chrochad*. Der Dichter scheidet *ar* und *for* wie im Altirischen. So ist z. B. 3804 zu lesen *notsōerfaider ar Foraind*, 3806 *notsoerfa ar ecomnart* (beidemal mit Alliteration); dagegen 6692 *a mallachtain for Michol*.

2831. Zu *dramm* (*ā*) vgl. *i cach degamm don draimm*, Metr. D. III 166; *dofuc a dairib draimm*, ib.

2841. Es ist zu skandieren *In hed bāi Issau ic triall immach*. Der Name *Issau* hatte den Hauptton auf der ultima, so daß er 2884 *Sau* geschrieben ist. Er alliteriert mit *slechtach* 2825, *slūagach* 2859, *seilge* 2865 usw. und reimt mit *gāu* 2865 und in debide mit *immargau* 2880.

2844. L. *cotrēt n-oisced Iācōb*. Vgl. *n-innisfed* 6440.

2845. St. *moeth* l. *mēth*, im Reime mit *fēth*.

2871. L. *fūar*. Vgl. *nī fūar* 3312.

2875. L. *nī tū Issau*.

2876. L. *is tū int engach Iācōb*. *acht* ist auszulassen.

2877. L. *rāin* (: *Abrāim*).

2882. Hier ist *dam* nicht mit St. und Str. als 2. Sg. Imper. zu *daimid* zu fassen, die 2114 als *daim* vorkommt, sondern steht für altir. *dom* 'zu mir'.

2889. Diese Stelle hat Stokes ganz mißverstanden, wie er durch die Änderung des handschriftlichen *Issar* zu *Issau* und den Vorschlag, *ingen* in *in gein* zu bessern, zeigt. Eine freie Übersetzung wäre: 'Es ist natürlich (*dōig* = *duthaig* LB) für die Söhne (eigentlich für einen Sohn) Isaaks und der Tochter Bethuels, daß sie dieselbe Gestalt haben.' Zur Verwirrung Stokes' wird mit beigetragen haben, daß ihm die eigentümliche Konstruktion fremd war, wonach der zweite mit *ocus* (*is*) eingeleitete Teil einer präpositionellen (*do macc Issāc*) oder Objektkonstruktion im Nominativ steht. Andere Beispiele der Art in SR sind z. B. *ocus talam* 15; *ocus ind fairrgge* 294; *ocus tene*

314; *ocus int amra Abrām* 2784; *ocus ind ïall ën* 4066; *ocus ind ārcc* 4188; *is int anfabrocht* 7411; *ocus ind Anna* 7472.

2923. Hier ist *a* vor *brāthar* ausgelassen.

2947. Hier ist *indara* zweisilbig zu sprechen (wohl *'dara*) wie 3243. Vgl. *'mach* 2950, *'maig* 6153.

2953. Statt des unmöglichen *rothairgid*, das Str. nicht aufführt, ist wohl *doāirci* zu lesen, wenn das Praes. hist. (*dambeir*) fortgesetzt wird, oder *dorāiric*, wie 7193, 7216.

2973. Es ist zu lesen *ic cechtar de*. Der Dichter gebraucht durchaus das altir. *cechtar dē*, wobei *dē* auch im Innern des Verses reimt, z. B. 4290 u. 4328 auf *glē*. Nur 3248 hat er *cechtarde dib*. Vgl. auch *cia dē* 7929.

2996. Hier steht *liuchdeircce* der Alliteration zu Liebe für *fliuch-d.* Auch O'Dav. 1166 schreibt *liuchderc*, und Cormac gebraucht § 829 *liuch*, um eine Etymologie zu erhärten (*lacha i. liuchi i quam aliae aues*).

2998. *būadacha*, Pl. statt Dual, wie 3004 *rachāini*.

3016. L. *lē* st. *lea*, wie 3196, *lee* 6312.

3023. L. *for leth* (: *beth*) wie ebenso 4745 (: *miled*).

3042. Hier steht *cocaid* st. *coicthe* im Reim mit *cotaig*. Der Dat. Plur. *coicthib* findet sich 5559.

3048. *faithche* ist der Alliteration wegen beizubehalten.

3061. L. *'na mbrāthirse*, wie 3056.

3065. L. *Maicc Iācōib, ilar mblā*. Vgl. 201.

3184. Zu *mōr nech* vgl. *atā mōr neich 'nar n-anfis*, RC VII 296 § 105.

3199. Hier steht *reom* wie *rom* 1270; 3201 dagegen *remum*.

3227. L. *do sūidib sreth*.

3251. *sò-gabtais* ist des Reimes auf *ròmarbtais* wegen beizubehalten.

3267. L. *hi cacht carcrach, crīmnach* [*cath*].

3271. Wie der Reim mit *amlaid* zeigt, gebraucht der Dichter *tarbaid* mit kurzer erster Silbe.

3315. Hier steht *trīs* für *trīst*, um den Reim mit *fīs* zu markieren.

3336. L. *ria thūr* (: *rūn*) 'zu seiner Erforschung'.

3368. L. *cona rūnaib*.

3369. L. *Macc Iācōib cosin rath* oder *Maccān Iācōib co rath*.

3375. *a tass* (= *toss*) 'aus der Stille'. »Wie ein Blitzschlag aus heiterem Himmel.«

3393. L. *Dorinōlad*.

3435. L. *os cach blā* (: *dorāega*). Ebenso 5327 *blā : bretha*.

3439. L. *luid clann Iācōib, gnīm cert*. Ebenso ist 3653 zu lesen.

3452. Hier ist dem Reim mit *slūagaib* zu Liebe *trūagaib* st. *trūaga* geschrieben.

3457. Hier steht die alte Form *lotair* zum Reime mit *broccaig*.

3489. *fonrathaig*, nicht mit 'observe' (Str.) zu übersetzen, sondern 'begünstigen, gedeihen machen, nähren'.

3491. L. *grīsgāibt* im Reim mit *Isāic*. Vgl. *cen gāibte gat*, Metr. Dinds. III 82. 71, wo Gwynn *gáibthe* druckt. Es besteht aber Reim mit *tāinte*.

3553. St. *ar in maig* l. *immaig*.

3560. *cūla* des Reimes wegen st. *cūlu* wie sonst immer, z. B. 2555, 4872, 8324.

3567. *dodāil* 'Mißgeschick', Acc. pro Nom., wie oft, dem Reim mit *gabāil* zu Liebe.

3569. L. *Uair* [*as*] *lib* und vgl. 3591.

3600. L. *corsāera Beniëmēin*.

3639. *snīset* bloß im Reim mit *rochīsset*. Sonst *snīsit* 6514, *sīnsit* 5741.

3659. L. *iar cōir chert* (Gen. Plur.).

3687. *graim* = *greimm*.

3689. Zur Form *dorumensat* vgl. *ar doruimen Écsi ná sáraigfithe imon tech i mbói*, Anecd. II 50 § 12.

3753. *cāinig* (: *cāirig*) = *cāine*.

3781. *int* ist auszulassen.

3798. L. *nī tuidech* 'ich kann nicht kommen'.

3821. L. *fri samlai* u. vgl. 22.

3849. L. *Dogniät drüíd ind rig*. *drüíd* auch 3419, Gen. Plur. *drüäd* 3858.

3891. L. *donessa* (: *tressa*). Auch 5727 ist st. *tressiu* wohl *tressa* zu lesen.

3899. Hier ist *leo* zweisilbig, sonst dagegen einsilbig: 4023, 4111, 4657 usw.

3902. Hier wollten die Herausgeber des Thes. Palaeohib. I 530 *cen chaili* lesen und verglichen dazu *cen chaile nach datho* Wb 5 c 19. Aber das Geschlecht ist verschieden. *cen gaili* übersetzt 'absque macula', Exod. XII 5.

3942. St. *forthu* l. *forru*, wie sonst stets geschrieben steht (4466, 5419, 6860 usw.).

3949. L. *Cethri chēt tricha*[*t*] *triamnaib*, wo *triamnaib* wieder nur dem Reim zu Liebe statt *triamnai* geschrieben ist.

4039. *tlus* (u), Gen. Sing. *tlossa*. Vgl. Metr. D. III 54, 19; 236, 23.

4046. Zu *dogba* vgl. *macc dogba Dorbglais* (sic leg.), Metr. Dinns. III 110. 16.

4093. L. IN[*r*]*ī* und vgl. 4107.

4125. *guidim* gebraucht der Dichter abwechselnd mit *for*, wie hier und 1629, 4558, 7189, mit *co* 2171, *di* 1322, 4555, 5503, 5525, oder bloßem Akkusativ 1615, 1645, 1699, 5500.

4135. L. *i slēib Sīna, ba sliucht nglē.*

4234. L. *cāin tomus* (: *dorus*).

4249. *fochlai* ist beizubehalten. Vgl. *fachlai* 4228.

4254. L. *comlāin* und vgl. 4257.

4298. L. *dia tai*[*d*]*bsin.*

4315. L. *nāssad.*

4327. L. *glē glain*, wobei *glē* auf *dē* reimt.

4335. L. *fo blāth bil, bolad* (: *torud*) *nōibe.*

4346. L. *sainreid* (: *cleith*).

4358. Hier ist wohl *lānmass* zu lesen, wie auch Stokes im Index ansetzt.

4366. *tabernacuil* ist dreisilbig zu lesen, wie ebenso 4402.

4454. Hier ist wohl entweder mit Stokes *domuin* [*druin*] oder [*duinn*] wie 2637 zu lesen. In Ir. T. I 215, 14 u. 24 kommt beides hintereinander vor.

4470. In *dia mbās* faßte Str. *bās* als s-praet. Es ist aber 'zu ihrem Tode' zu übersetzen.

4492. L. *doraitni*, wie 7531 steht. Ebenso 6509.

4496. L. *dorairbered.*

4503. St. *tii* ist wohl *tli* zu lesen.

4519. L. *lōr* [*do*] *dūis. drong* ist hier des Reimes wegen fem. Sonst immer mask., 1227, 1265, 1289, 1434, 2147, 2619 usw.

4549. *bid* = *bith* (: *sreith*).

4570. L. *ardib trēnaib tochomracht.* Stokes wollte unbegreiflicherweise in *treraib* ändern.

4658. L. *a cathrach.*

4659. L. *di gail.*

4678. L. *fiada mbrāthrib* u. vgl. 4700.

4685. Es ist *crūaid* beizubehalten und im Reim *mōrslūaig* zu lesen.

4700. *creitiu* ist 1. Sing. Präs. Ind., nicht wie Str. meinte, 2. Plur. Imper.

4712. L. *dorairngered*, wie 4828.

4729. L. *a rec.*

4741. L. *Essu imbid raith.* Vgl. *imbed* 4020.

4750. L. *anaichneid.*

4753. L. *Rosgab crith, grāinne athcha.*

4755. L. *rosbāid.*

4777. Hier und überall druckt Stokes *Balám*, obwohl die Hs. kein Längezeichen aufweist. Es ist vielmehr *Būlam* anzusetzen, wie

sich aus dem Reim *Bālaim* : *bāgaib* 4792, *Bālam* : *sārgud* 4806 und aus dem quantitativen Gleichklang mit *ālaind* 4802 ergibt.

4786. L. *ar chenn*, ebenso wie 5861. Vgl. *ar cenn* 2950, 3802, 5452, 6487.

4803. L. *ar inn ūair.*

4809. L. *Nī rasnach* (= *lasnach*) *nduine*. LB hat: *is follus nāch la duine fēn comus a erlabra.* Zu *lasnach* vgl. *nīmgeib formach frisnach sen*, Otia I 124 § 13; *scaram fris gach mbāes mbunaid* CZ VI 264 § 11: *gémad grúg leis gach rígh ráin*, ib. 269 § 12.

4881. L. *co līnib eōl*. Stokes stellte *līnib* zu *lín*, dessen Dat. Plur. *līnaib* 1543 vorliegt, statt zu *līne* f. 3553.

4902. L. *ārōin.*

4943. *Mathussālem* ist dreisilbig mit dem Hauptton auf *sālem* zu lesen, wie die Alliteration 2289 zeigt. Ebenso skandieren *Idumeus* 6193. *Elizafiath* 7476 als drei Silben; *Sarachēl* 798, 800, *Darachēl* 801 als zweisilbig.

4927. L. *airbrib, ālaib. āl*, dessen Gen. Plur. 42 vorkommt, eigentlich 'Brut', dann 'Schar, Menge'. Vgl. *fri hal ndomuin bad chathmar*. Ér. III 96: *óen-ál co n-allud*, LL 139 b 49: *ni bi al gan uachtarān!* Muiredach Albanach.

5139. L. vielleicht *in sessed* [*soithig*] *iar seing* = *iar soithig seing* 'der schmalen Urne gemäß'. *Soithech* steht auch Metr. Dinds. II 26, 14 im Binnenreim mit *noithech*.

5147. Hier ist *crann* auszulassen.

5156. *sacerdote* ist dreisilbig zu lesen.

5174. *āibnech* = *ōibnech.*

5190. *riges* von Str. ausgelassen.

5254. L. *rī conic trethan torann*, wo *trethan* mit *srethchor* reimt.

5339. L. *feib lōr danānic, tuc dein | mōr di cech ulc do chlemnaib.*

5359. Es ist nicht nötig, mit Stokes in *rodāili* zu ändern, da *Dia* als zwei Silben zählt.

5533. L. *Fón messe robriss recht réil* 'Oder bin ich es etwa, der das klare Gesetz gebrochen hat?' Hier ist *fón* aus *fó in* zusammengezogen. Vgl. *fó* st. altir. *ba, fa*, mit Anlehnung an *nō* 1835.

5544. L. *d'ōenrīg ūasaib* [ ], wobei *ūasaib* auf *dūasaig* reimt.

5556. *do gait* faßte Str. als 3. Sing. s-praet. = *ro gait. gait* ist aber Dat. von *gat* und zu übersetzen wäre etwa: 'mit dem Befehl, ihnen die Augen auszureißen.'

5603. L. *co rālsat ār nglanōg ngrinn.*

5610. L. *fiana*, wie 6514 geschrieben steht; Gen. Sing. *fēne* 3992; Akk. Sing. *fein* 7163 usw.

5611. L. *slūag sin sīrden fri slat srēn.*

5613. L. *slūag* (: *tūath*).

5650. L. *treotu* und vgl. *foechair* st. *feochair* 5586.

5679. *ined*, wie auch 6412 im Reime mit *dliged* steht, ist wohl die archaische Form von *inad*, das Pedersen I 91 zu *ed* stellt.

5727. L. *tōlaib crīch.*

5761. L. mit der Hds. *Bāi i slind.*

5772. Die Form *lethiu*, die sich auch 7729 findet, ist hier durch den Reim mit *cliu* gesichert.

5823. L. *ba deccair taidbsin dia dreich, taidbsin* im Reim mit *amseir.*

5836. *tabar* ist wohl nicht mit Str. als Imp. akt. = *tabair* aufzufassen, sondern steht für *tabarr.*

5855. *sotharfa* = *so-tharba*, im Reime mit (*co*) *rómarba.*

5859. Zu *bāg for assa* vgl. *īar n-assu*, Contribb. s. v. *asse*, wo *īar n-assu*, Arch. III 297 nachzutragen ist.

5918. L. *srethslūagaig.*

5919. Zu *gāine* vgl. *tria gāine ngnō*, Metr. D. III 8, 1 und s. Windisch. TBC Ind. s. v.

5953. L. *co diss* 'demütig', mit St. *Diss* kommt noch 3347 und 6423 vor.

5969. *in ìnbreis conrūala in slūag* 'den Lärm, den die Schar erhob'. *conrūala* zu *com-od-la-.*

5972. L. *dorinōl.* Ebenso 6906 und vgl. 6897.

5980. L. *fo ōinētgud.* Vgl. *bith fo aonétach ria feraib comaitech*, O'Dav. 238.

6002. Das *I* von *Israhēl* ist hier zu elidieren, weswegen auch *srahēl* geschrieben ist.

6019. L. *tairinn do gail ngnāthaig* u. vgl. 6022.

6143. L. *dochúaid cen techel* u. vgl. *cen nach t. dochúaid as* 6219.

6183. L. *fri brīg mbladbaile.*

6215. *forcongrad* ist *fòrc'ngrad* zu lesen.

6225. Das [*m*] in *doso*[*m*] ist zu streichen. 'Nonne *huic* cantabant?' I Sam. 21. 11.

6228. Hier hat *serb* die Bedeutung von 'kaum'. Zu *derb* 6227 vgl. *teora mīli derba dēc*, Trip. 116, 3.

6243. L. *brīgbladmar* (: *prīmadbar*).

6255. L. *bāid nech im bān'gud dē*, wo *dē* wie in 21 proleptisch zu nehmen ist.

6272. L. *is i ndīthrubaib Ainge* (Engaddi).

6326. L. *tadāil* (: *Nabāl*).

6328. *a ōenor* 'von allein'.

6336. L. *is dīthraib ro bōi.*

6353. L. *darb bā* (: *ūama*).

6359. L. *feib dorairngred duit cen brath.* Vgl. *dorarbrad* 6922. Das müßige *rem* = *rēimm* ist aus 6351 wiederholt.

6367. *thāraic*, mit Lenition zur Bezeichnung der relativen Funktion, wie 6741, 7252, 7509, 7517, 7577.

6383. L. *rogabad fri glāmma gnē, nīmbāi sāma la Sephe.*

6400. L. *ōnd aidchi luide Dauīd*, wo *luide* auf *suide* reimt. Auch 5880 steht *luide* als die relative Form (: *dluige*); aber 3143 *luidi* ohne Reim (von Str. übersehen).

6407. Hier steht *dīn trēn* im Reim mit *tīr nGēd.*

6410. L. *diand* oder *dian* = altir. *diant* u. vgl. 6112, 6694.

6410. *in chathir*, nom. pro acc. dem Gleichklang mit *Achis* zuliebe. Ebenso *cruid* (: *tuil*) usw.

6456. St. *fós* ist wohl *beos* zu setzen, das wir 11, 4058, 5046 haben.

6462. L. *glūar* (: *slūag*).

6487. L. *fo gāile gnē*, wie 6475. *gāilib* ist nur wegen des Reimes mit *cāinib* geschrieben.

6509. L. *doraitni.*

6523. Hier hat der Dichter den Namen *Brigente* aus *primogenitae* (I Sam. 14, 49) herausgelesen.

6528. L. *nī fo chlethaib robātar.* Vgl. z. B. *ba leith* = *fo leith*, RC VII 292 § 53, wo Stokes 'it was a festival' übersetzt.

6559. L. *iar ngormchath inna ngrūad ngūr.* Die volle Form *inna* findet sich noch 414, 5908.

6631. L. *līn a slōg slān fri sār slat.*

6645. L. *Cethrur nolūaided lāid nglē*[1].

6656. L. *don tūathach*, nämlich David.

6711. *ba col*, nicht mit Str. zu *eter fer is mnāi* zu ziehen, sondern für sich zu konstruieren.

6739. Stokes wollte *crūad* hinter *chrūach* einschieben. Es ist aber *crūāch* zu lesen, das auf das einsilbige *slūag* reimt.

6741. L. *thāric* im Gleichklang mit *rādid*, wie *thāraic* = *lāmaib* 6367.

6759. L. *clann Dauīd.*

6780. *rēn* = *rōen*, um den Reim mit *trēn* zu markieren.

6820. Hier hat der Schreiber das müßige *doib* eingeschoben, weil er *dēc* las. Es ist aber *dēēc* (: *dēserc*) zu lesen.

6823. L. *īar fīr.*

[1] Hier möchte ich erwähnen, daß die Namen der vier Spielleute, welche die Figur Davids in einer von Wülker in seiner Geschichte der englischen Literatur (hinter S. 26) abgebildeten angelsächsischen Darstellung umgeben, ETHAN, IDITHUN, ASAPH und EMAN zu lesen sind.

6831. L. *rofīg* im Reim mit *rīg*. 7053 steht dagegen *rofích* im Reim mit *dligthib.*

6847. *ní gó gaib.*

6851. *agair,* Sing. Präs. Pass. 'Tribus mensibus fugies adversarios tuos', II Sam. 13.

6863. Marstrander (Dict. 196, 42) stellt *deochair* hier nach meinen Contrib. unter *dechor,* allerdings mit falscher Zitierung. Es handelt sich aber um *defeochair* (Ped. § 75, 3): 'der Herr war zornig auf ihn, weil er von seinem frevlen Kampfesbeginnen wußte.' Vgl. die Anmerkung zu 7115.

6889. Es ist nicht mit Stokes *iar sētaib* zu lesen, was den Reim mit *cēt* aufheben würde.

6899. L. *tria bladblait* im Reim mit *tarmairt* (vgl. 6923).

6912. St. *rotheich* ist mit Str. *rotāich* zu lesen, eine Form, die 7903 vorkommt.

6919. Beachte den Gleichklang *crōdonn* : *comong.* Daß dies beabsichtigt sein könne, wollte ich nicht glauben, bis ich zufällig in LL 144b 19 die folgende Zeile fand: *ba hé in lórbladach ra raind, ba cú comramach Culaind.*

6935. L. *dīan dīumsaig.* Hier steht *dīumsaig* dem Reim zuliebe für *dīumsach.*

6977. L. *ilar dāl* im Reim mit *banscāl,* das auch sonst überall als Neutrum anzusetzen ist, wie 1691 *don banscāl febda* (: *menma*), 4646 *banscāl febda forētrom,* 7638 *banscāl* : *dāl.*

6983. *dul* 'umkommen'; *in mōr* 'das Ganze'.

7005. Zum Nom. *Solam* gebraucht der Dichter den Gen. *Solman* oder *Solamain* (7018) und den Dat. *Solmain* (7010) oder *Solamain* (7034). Vgl. die von Bergin herausgegebenen mittelir. Deklinationsregeln.

7023. *dam bō* 'Ochse' zum Unterschied von *dam* 'Hirsch'.

7039. L. *co adrad n-īdal* 'bis zur Götzenanbetung'. Vgl. 7045, 7060.

7075. L. *rīg.*

7102. *comlūad* = *comlūath.*

7115. *deochair Dīa dil* 'der zornige liebe Gott'. Auch hier hat Marstrander 196, 42 *deochair* fälschlich wieder zu *dechair* 'Unterschied' gestellt, wohl ohne sich die Stelle genauer anzusehen. Zur Wortstellung, bei der ein Adj. voraufgeht, das andere folgt, vgl. 'Four Songs' S. 6.

7171. L. *brāthbeirt* (: *tānic*).

7177. *finbert* (: *imthecht*) = *finn-bert.*

7291. St. *líu* l. *lia.*

7259. L. *do bīastaib bate cen blaid* ('welche ruhmlos sterben'), *d' íascaib snāte i srothaib.*

7297. L. *Ābīal* (:*grādmīad*), wie 7424.

7313. L. *Rī rosāer Iācōb d'āitt.*

7355. L. *dia rīgroImsi rath* 'durch die Gnade seiner königlichen Kraft'.

7425. *romaib* im Reim mit *doraid*; dagegen *remib* 4765, 7444, *remaib* 4705.

7486. *bathāil* im Reim mit *Zachāir* (vgl. 7500).

7500. Hier ist *Eōin* (:*gleōir*) st. *Iohain* zu lesen. Der Dichter gebraucht für gewöhnlich *Iohain* (7458, 7476, 7489 usw.) und verwendet *Eoin* anscheinend nur im Reime, wie 7401.

7525. L. *Gabrīal* (:*glanmīad*).

7584. L. *dā fer dēēc d'apstalaib.* Ebenso 7628 *dā chlīab dēēc d'fuidlechaib.*

7639. *friē* ist hier zweisilbig wie *friū* 4428, 7703.

7650. St. *clannaib* l. *chlamaib.*

7673. L. *dorodīusaig.*

7678. L. *imrulaid*, wie 7605, 7735.

7683. *criāid* ist zweisilbig, wie 7769.

7768. *cride*, der altir. Nom. Plur.

7798. L. *esēirgi* (:*lēri*); denn *esērge* wird von unserem Dichter durchaus als Fem. gebraucht. Vgl. 8237, 8241, 8249.

7812. Hier ist *na n-* auszulassen.

7827. L. *cond ar cuiri, ar crīchid gel.* Str. wollte *cuiri* als Verbalform fassen, was ich nicht verstehe. Ich übersetze: 'Haupt unserer Schar, unser herrlicher Schiedsrichter.' *conn* kommt noch 653, 7431 vor. *crīchid*, eigentlich 'Grenzbestimmer', von dem Adj. *crīchid* zu unterscheiden.

7830. L. *ēim.*

7832. *inganta mōir* — eine starke grammatische Lizenz — Obj. zu *rēlat.*

7835. Zu *nach neich* vgl. *a māine nach neich*, RC VIII 50,3.

7854. L. *cech caingin.*

7895. *nirosfoillsig* ist dreisilbig zu lesen.

7484. Hier steht *sein* dem Reim mit *gein* zuliebe statt *sain*

7906. L. *Mara Mind.*

7911. *carait*:*canait.* Derselbe Reim 7945/6.

7926. *iar* ist auszulassen.

7927. L. *aēr alad, ilar nēl.*

7946. *fri imlūad* ist mit Synizese zu lesen.

7951. *fostaib* = *fosta* (: *sostaib*).

7969. *Acht ar nDia* = *acht coar nDia.* Vgl. 7971.

7972. L. *dorūasat.*

8006. L. *nad dernai.*

8007. L. *ciapsa gūr fri crābud ingle, | tūr for dālaib Dē numthā.*

8011. L. *dia thuicthib deimnib Dē bī* (: *nī*); *tuicthib* Dat. Plur. von *tucait.*

8031. L. *deochur* im Reime mit *fleochud* 8029.

8044. L. *fo chethri ardda,* wie 8064.

8049. L. *nā frithēle* 'der nicht dagegen betet'.

8069. L. *Trūag a ndīni,* wo *trūag* auf *sūan* 8071 reimt.

8096. Hier ist *ruided* wegen Reims mit *fuined* st. *ruide* geschrieben.

8111. L. *stūag* (: *nūall* 8109).

8121. L. *Gāetha gēra ginmara | galacha cētaib ahel.*

8143. L. *a gnāsadbar.*

8165. L. *cōe grāinde* (: *āine* 8167). Derselbe Reim 8063; vgl. auch *grāinne* : *slāne* 873.

8188. *lassair* hat hier den Gen. *lasrach,* 8265 und 8306 dagegen *lasra.*

8206. Zu *glēthe* vgl. *slūag na nglasderc nglēthe,* Metr. D. I 10.

8223. L. *ar ndinnbile.*

8246. L. *ō thalman taisced* mit vorangestelltem Genitiv.

8329. L. *demnacda.*

8358. L. *dochta* (: *gorta* 8360).

8389. *Adfīadat* usw. Über das seltsame Mißverständnis Strachans betreffs dieser Strophe habe ich in den 'Illinois Studies' gehandelt.

Ausgegeben am 29. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1917 XLVIII. XLIX. L

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des **vollständigen druckfertigen** Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

SITZUNGSBERICHTE 1917.

DER XLVIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Burdach sprach über 'Die Disputationsszene in Goethes Faust'.

Die nur in einem Entwurf (von 1801) und einigen Versbündeln vorliegende Szene sollte Fausts und Mephistos Bündnis und Weltfahrt vorbereiten durch einen Fragewettkampf über den Wert der Wissenschaft und der Erfahrung. Fausts einzige Frage nach dem schaffenden Spiegel ist nicht ein von außen in die Dichtung erst 1798 aus zufälliger Lektüre eingedrungener Fremdkörper, keine aufgefischte Kuriosität und auch nicht durch eine solche angeregt, deutet vielmehr, mit einer Formulierung Leibnizens, auf das Grundproblem der Faustdichtung, wurzelt im Goethischen Geniegedanken ('Werther'; Anhang zu Mercier) und wurde gleich den in Mephistos Fragen berührten optischen, geologischen, physikalischen Beobachtungen konzipiert schon in Italien aus der mit Moritz gemeinsam entwickelten Theorie vom schaffenden Brennspiegel des künstlerischen Organismus.

2. Hr. Burdach überreichte die 2. Auflage seines Werkes Deutsche Renaissance. Betrachtungen über unsere künftige Bildung (Berlin 1918). Hr. von Harnack seine Rede über die Institute und Unternehmungen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, gehalten in der Mitgliederversammlung am 19. Oktober 1917.

Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Hermann von Vöchting in Tübingen ist am 24. November verstorben.

Ausgegeben am 13. Dezember.



SITZUNGSBERICHTE

1917.

XLIX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Dezember. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Erdmann sprach über Inhalt und Bedeutung des Begriffs der Kontinuität bei Leibniz.

Vorangeschickt werden orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie.

Das Leibnizische Kontinuitätsprinzip, der Grundbegriff seiner analysis infiniti, setzt die durchgängige Kontinuität des Geschehens voraus. Der im Kontinuitätsprinzip formulierte mathematische Begriff der Funktion beherrscht in ausgesprochener Weise Leibnizens Lehre von der Welt der Erscheinungen. Aber der in diesem Prinzip vorausgesetzte, von Leibniz noch nicht ausreichend analysierte Begriff der Kontinuität aller Veränderungen ist ebenso grundlegend für seine Lehre von der Welt der aktual unendlich vielen substantiellen Monaden, aus deren nur teleologisch zu begreifenden Zusammenhang die Welt der Erscheinungen »resultiert«. Er bestimmt damit auch das Verhältnis der beiden Welten zueinander. (Dieser Teil erscheint später.)

Orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie.

Von Benno Erdmann.

Nur ausnahmsweise ist die Schwierigkeit, die Gedankenwelt eines Philosophen zu rekonstruieren, durch Überfülle eines Materials bedingt, das die Glieder des Ganzen in weit auseinanderliegenden Beziehungen und Anwendungen enthält.

Kaum irgendwo wirkt diese Schwierigkeit so störend, wie für die Leibnizische Philosophie, auch wenn nur das bisher (leider in reichstem Maße zerstreut) gedruckte Quellenmaterial in Betracht gezogen wird.

Jene beziehungsreiche Überfülle ist in erster Linie eine Folge von Leibniz' geistiger Eigenart. Seiner von früher Jugend an schier beispiellosen Vielseitigkeit der Interessen, die ihn die verschiedenartigsten Anregungen aufnehmen, mehr noch aufsuchen läßt, entspricht bis in die späte Lebenszeit hinein eine unermüdbare Vielgeschäftigkeit. Oft genug hat er sie, nie freilich ohne einigen Stolz, beweglich beklagt. Sich ihrer zu entwöhnen vermochte er nicht, hat es vielleicht niemals ernstlich versucht. Es trifft deshalb noch für seine letzten hannoverschen Tage zu, was er 1695 an Placcius schrieb: »*Quam mirifice sim distractus, dici non potest ... Magno numero litteras et accipio et dimitto. Habeo vero tam multa nova in mathematicis, tot cogitationes in philosophicis, tot alias litterarias observationes, quas vellem non perire, ut saepe inter agenda anceps haeream, et prope illud Ovidianum sentiam: inopem me copia fecit*«[1]. Dieses Vielerlei des Aufnehmens und Tuns aber ist zusammengefaßt durch eine unaufhörlich sprudelnde geniale Produktivität und belebt durch eine in solcher Verbindung seltene Gabe, aus allen jenen Anregungen das für das eigene Denken Wesentliche im Fluge zu erfassen, zu neuen Verbindungen zu vereinigen, sowie zumeist anerkennend und stets vermittelnd nach allen Seiten hin weiterzugeben. In größtem Stile ist Leibniz zugleich Polyhistor, Autodidakt und Synkretist.

[1] Leibnitii Opp. ed. Dutens VI 59.

»*Un homme qui veut tout lire*«, nennt er in einem seiner zahlreichen Selbstbekenntnisse sich selbst[1]. Unterstützt wurde er in dieser Aufnahmefähigkeit für fremde Gedanken durch ein ungewöhnliches Gedächtnis für begriffliche Zusammenhänge, das er von früh an in heißem Bemühen um eine allgemeine gedankliche ars combinatoria geschult hat. — Gern bezeichnet er sich zugleich als einen Autodidakten: »*Duo mihi profuere mirifice . . .: primum quod fere essem* αὐτοδίδακτος; *alterum quod quaererem nova in unaquaque scientia . . ., ut ne ante quiescerem quam ubi cuiusque doctrinae fibras ac radices essem rimatus et ad principia ipsa pervenissem, unde mihi proprio marte omnia quae tractabam invenire liceret*«[2]. — Auch die konziliatorische Anlage hat er zum höchsten gesteigert. Wie keiner vor ihm hat er die alte, in dem monströsen Werk von Steuchus Eugubinus aus dem Jahre 1540 formulierte synkretistische Idee einer perennis philosophia in der Tiefe erfaßt: »*La verité*«, schrieb er 1714 an Remond de Montmort, »*est plus repandue qu'on ne pense, mais elle est très souvent fardée, et très souvent aussi enveloppée et même affoiblie, mutilée, corrompue par des additions qui la gâtent ou la rendent moins utile. En faisant remarquer ces traces de la verité . . . dans les anterieurs, on tirerait l'or de la boue, le diamant de la mine, et la lumiere des tenebres; et ce serait en effect perennis quaedam philosophia*«[3]. — Erstaunlich endlich bleibt auch bei dem Gealterten das Vermögen, die eigenen Gedanken fremden anzupassen und diese in die Bahnen des eigenen Denkens einzulenken.

Es versteht sich ohne weiteres, daß diese geistige Eigenart in Leibniz' philosophischen Schriften deutlicher hervortritt, als in seinen anderen Werken. Nur wenige dieser Schriften sind, wie das »Systeme nouveau de la nature et de la communication des substances« vom Jahre 1695, direktem Mitteilungsbedürfnis entsprungen. Weitaus die meisten sind Gelegenheitsschriften, durch das Bedürfnis vermittelnden Ausgleichs mit anderen Standpunkten angeregt. So selbst die beiden einzigen umfassenden philosophischen Darlegungen, die er sich Zeit genommen hat auszuarbeiten, die »Nouveaux essais sur l'entendement humain« und die »Theodicée«: in jenen bekanntlich eine wissenschaftlich gehaltene Auseinandersetzung mit dem Empirismus Lockes, deren Drucklegung er mehr aus Vorsicht als aus Rücksicht unterlassen hat, in dieser exoterischen Schrift, einem der Grundwerke für die popularisierende Aufklärungsphilosophie, eine doch aus dem Innersten seiner von religiösen Motiven durchsetzten Metaphysik heraus vermittelnde

[1] Leibniz Philos. Schriften, hrsg. v. Gerhardt I 371.
[2] A. a. O. III 185.
[3] A. a. O. III 624.

Abwehr des Bayleschen Skeptizismus. Gelegenheitsschriften auch diejenigen kleineren Arbeiten, die neben dem Nouveau système in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vor allen anderen zur Wiedergabe seiner theoretischen Philosophie verwertet worden sind. So der erst 1846 veröffentlichte, vielleicht von vornherein zur Kenntnisnahme für Antoine Arnauld niedergeschriebene »Discours de Metaphysique« aus der Zeit um den Anfang 1686; ferner die für Remond de Montmort und dessen Pariser Kreis bestimmte, aber nicht abgesandte sogenannte »Monadologie« vom Jahre 1714, über deren Ursprung und seltsames Buchschicksal erst eine bisher nur teilweise veröffentlichte Berliner Preisarbeit von Dr. Clara Strack Aufklärung geschaffen hat; endlich die ursprünglich für den Prinzen Eugen von Savoyen in derselben Zeit verfaßten »Principes de la nature et de la grace fondés en raison«.

Schon diese wenigen Proben lassen erkennen, daß Leibniz' eigene Gliederung seiner philosophischen Schriften in exoterische, zu denen er auch den »petit discours« der eben genannten Principes rechnet, und in akroamatische, sowie der akroamatischen in solche, die der scholastischen und andere, die der Cartesianischen Schulsprache angepaßt sind[1], nicht ausreicht. Die stets bereite Rücksicht auf das Verständnis und den Interessenkreis seiner Leser bedingt tatsächlich mannigfaltigere Abstufungen.

In noch höherem Grade walten solche variierenden Rücksichten natürlich in den philosophischen Erörterungen der Briefe von Leibniz, die sein mehrfach über Jahre sich erstreckender Briefwechsel enthält. Übertrifft seine Korrespondenz doch nicht nur an Umfang, sondern auch an Mannigfaltigkeit bei weitem alles, was wir an Schreiben aus einer Zeit besitzen, in welcher der wissenschaftliche Verkehr sich zum nicht geringen Teil in Briefform vollzog. Und sehr verschiedene Anlässe sind es, die Leibniz immer aufs neue bewegen, von seinen philosophischen Gedanken brieflich Kunde zu geben, sie zu erläutern, zu verteidigen, zu anderen Lehren in Beziehung zu setzen und für ihre Ausbreitung zu sorgen. Es sind, um nur einiges herauszugreifen, andere Anknüpfungspunkte, Gedankenführungen und Lehrmeinungen, andere Belichtungen des Ganzen seiner Philosophie, durch die er in der Zeit des status nascendi seiner Metaphysik den Jansenisten und Cartesianer Arnauld für seine Lehre zu gewinnen sucht, als diejenigen, durch die er sich zwanzig bis dreißig Jahre später in weitgehender Konnivenz mit dem Jesuitenpater des Bosses auseinandersetzt. Und wieder anders werden seine Gedanken geformt, wenn er sie das eine Mal der Pariser Gruppe um Remond de Montmort, andere Male den von ihm gesuchten

[1]) A. a. O. IV 146 u. III 624 f.

fürstlichen Gönnern und Gönnerinnen annehmbar zu machen bestrebt ist. Nicht minder verschiedenartig endlich sind die Lehrbetrachtungen, in denen er Philosophisches hier mit dem Cartesianischen Mathematiker de Volder, dort mit den ihm mathematisch fast gleichstehenden Brüdern Jacob und Johann Bernoulli verhandelt, oder Samuel Clarke gegenüber die Unterschiede seiner Naturauffassung von der Newtons klarlegt.

Es ist deshalb schon kein ganz einfaches Unternehmen, aus den verschiedenartigen und verschiedenwertigen Bausteinen der philosophischen Schriften und Briefe von Leibniz das ursprüngliche Gebäude seiner Lehre in seiner reichen Gliederung zu rekonstruieren[1]. Aber die historische Forschung ist fehlgegangen, wo sie sich mit diesem Material begnügt hat.

Denn es ist eine künstliche und irreführende Scheidung, die mich bisher von Leibniz' philosophischen Schriften und Briefen reden ließ[2]. Leibniz ist nicht einesteils Philosoph, andernteils Mathematiker und mathematischer Physiker, außerdem Theologe, Historiker, Jurist, Sprachforscher, Politiker, Kirchenpolitiker, sowie voll weiter Pläne für die Ausbreitung des Christentums und die Umsetzung des Wissens in die Praxis bis hin zur Gründung praktisch abgezielter gelehrter Gesellschaften. Er war dies alles zugleich, so zwar, daß die Lehrwerke, Abhandlungen, Denk- und Flugschriften, Briefe, Entwürfe und Pläne, die zur Verwirklichung von dem allen erforderlich waren, letzten Endes nahezu ausnahmslos Dokumente seiner Philosophie sind. Ihre Gedanken strahlen von dem Zentrum seiner Welt- und Lebensauffassung aus und fließen in ihm zusammen. Es gibt deshalb kaum eine unter seinen zahlreichen Veröffentlichungen und vermutlich nur wenige unter den kaum zählbaren Schriftstücken seines Nachlasses, deren Erörterungen nicht von seiner Philosophie aus Licht erhielten oder auf sie zurückwürfen.

Für viele dieser Aus- und Einflüsse ist es allerdings dem Kundigen möglich, die rechte Entfernung ihres Wirkungsortes von dem philosophischen Mittelpunkt zu bestimmen. Unmöglich aber ist es, die Leistungen des genialen Mathematikers von denen des großen Philosophen zu trennen. Schon Leibniz' Jugendtraum der ars combinatoria ist aus dem Zusammenfluß eines frühreifen, vorerst formal logisch ge-

---

[1] Insbesondere E. Cassirer hat in seinem wertvollen Leibnizwerk auf diese Schwierigkeit wiederholt hingewiesen und sie zugunsten seiner rationalisierenden Darstellung mehrfach glücklich zu überwinden gewußt.

[2] So insbesondere auch L. Couturat in der Préface seiner Schrift La Logique de Leibniz Paris 1901, allerdings mit unzutreffender Anwendung auf die Verteilung der Briefe und Schriften, die ein Herausgeben der philosophischen oder gar der Schriftstücke überhaupt von Leibniz zu treffen hat.

richteten philosophischen und eines noch ungeschulten mathematischen Denkens entsprungen. In den späteren Phasen seiner philosophischen Entwicklung wird die Vereinigung mathematischer und philosophischer Antriebe noch stärker wirksam. Sie hat dementsprechend auch die Entwürfe zur Ausgestaltung jener rationalistischen Vision der ars characteristica universalis hoch über das Niveau der ars magna des Raymundus Lullus, der nebelhaften Phantastik von Giordano Bruno, der Philosophical Language des Bischofs Wilkins und anderer Bestrebungen dieser Art emporgehoben, so daß ihre Idee zum Ausgangspunkt für die neuerdings reichverzweigten Formen des Logikkalkuls werden konnte. Speziellerer Art sind Leibnizens Schriftstücke und briefliche Äußerungen zur Philosophie der Mathematik. Um so größere, erst neuerdings gewürdigte Bedeutung besitzen sie für seine Lehre von Zahl, Zeit und Raum, und damit für seine Naturauffassung überhaupt. Vor allem aber kommt die größte, längst unbestrittene seiner mathematischen Leistungen für seine Philosophie in Betracht: die Entwicklung der analysis infiniti, der Differential- und Integralrechnung, aus den Anfängen heraus, die ihm die zeitgenössische Mathematik geboten hatte. Sie ist das Produkt seines gereiften philosophischen und mathematischen Denkens, nach seiner eigenen Erklärung in einem Briefe an den Paduaner Mathematiker Fardella vom Jahre 1696 »*ex intimo philosophiae fonte derivata*«.[1] Die seiner Analysis zugrunde liegende Idee durchsetzt in der Tat seine theoretische Philosophie in allen ihren Verzweigungen. Sie ist von dem sachlichen Gehalt dieser Lehren noch weniger abtrennbar, als der mos geometricus von der Philosophie Descartes' und Spinozas, oder die von Galilei durchgeführte Reform der Physik von Hobbes' Hypothesen über das corpus naturale und civile. Leibniz meinte deshalb mehr noch, als der Wortlaut unmittelbar anzeigt, wenn er in dem ebenerwähnten Briefe fortfährt: »*haec nova inventa mathematica . . . analysis infiniti . . ., qua mathesis ipsa ultra hactenus consuetas notiones, id est ultra imaginabilia sese attollit . . ., partim lucem accipient a nostris philosophematibus, partim rursus ipsis autoritatem dabunt*«. Er hatte im Hinblick auf die Infinitesimalbetrachtungen seiner Körper- und Monadenlehre in einem Brief (-Entwurf?) für den mathematisch lernfreudigen Marquis de l'Hospital 1694 geradezu niederschreiben dürfen: »*Ma metaphysique est toute mathematique pour ainsi dire ou la pourrait devenir*[2]«.

[1] Briefwechsel zwischen Leibniz, Arnauld und dem Landgrafen E. von Hessen-Rheinfels, hrsg. von Gerhardt 1846, S. 210. Man vergleiche die von L. Couturat La Logique de Leibniz, Paris 1901, auf S. 280f. zusammengestellten Bemerkungen.

[2] Leibniz' Math. Schriften II 258.

Wer demnach ein treues Bild von Leibniz' Philosophie entwerfen will, kann der mathematischen Schriften, Entwürfe und Briefe, in denen der Philosoph auf die prinzipiellen Gedanken seiner mathematischen Leistungen eingeht, nicht entraten. Um so weniger, als keine der oben genannten philosophischen Schriften und nur einzelne Schreiben des im engeren Sinne philosophischen Briefwechsels die mathematische Struktur seines philosophischen Denkens erkennen lassen. Weder der Discours de Métaphysique noch das Nouveau Système, noch die Principes, noch die Monadologie, noch endlich die Nouveaux essais oder gar die Theodicée kann als ein vollgültiges Dokument seiner Lehre angesehen werden. Selbst in dem eigener Initiative entsprungenen Nouveau Système vermag nur, wer aus den mathematischen Schriftstücken orientiert ist, die gestaltende Kraft des mathematischen Einschlags zu erkennen.

So wenig wie die Principes ist die Monadologie geeignet, in die letzten Zusammenhänge der Leibnizischen Lehre einzuführen. Sie hat dadurch irreführend gewirkt, daß sie nicht, wie die gleichzeitigen Principes und der dreißig Jahre ältere Discours de Métaphysique, dazu bestimmt erscheint, religiös interessierte Persönlichkeiten für die Lehre zu gewinnen, und überdies etwas mehr als die Principes esoterisch gehalten ist. Sie gilt allerdings ebenfalls seit langem als eine Gelegenheitsschrift. Aber man beruhigte sich, auch in den zahlreichen neueren französischen Ausgaben der Schrift, dem vermeintlichen Adressaten gegenüber bei dem scheinbar objektiven Charakter der Darstellung. Wir wissen überdies, wie oben bereits angedeutet, erst seit kurzem sicher, daß Leibniz gar nicht beabsichtigte, in ihr eine zusammenfassende Darstellung seiner gesamten Metaphysik zu geben. Er wollte Remond de Montmort und dessen Pariser Freunden, deren Platonisierenden und schönwissenschaftlichen Interessen die Mathematik fern lag, nur ein »éclaircissement« speziell über seine Monadenlehre liefern. Daher der deduktive Aufbau der Thesen, schon in dem von Leibniz zurückgelegten ersten Entwurf, sowie der Ausbau im einzelnen, insbesondere das Zurücktreten der naturphilosophischen Lehrmeinungen, die nur andeutende Einflechtung der infinitesimalen Betrachtungen als »zugestanden« und anderes mehr[1].

Nach dem allen ist begreiflich, daß die landläufigen Darstellungen der Leibnizischen Philosophie auch in unseren umfassenderen Geschichtswerken sich so gut wie ausschließlich an die »philosophischen« Schriften, seit J. E. Erdmanns Ausgabe der Opera philosophica insbesondere an die »Monadologie«, gehalten, und deshalb die Bedeutung der mathe-

[1] Man vgl. Leibniz, Philos. Schriften III 618, 622, 633.

matischen Struktur für den Gedankenkreis des Philosophen teils, wie Kuno Fischer, völlig verkannt, teils nur unzureichend berücksichtigt haben, auch da, wo in ihnen das Prinzip der Kontinuität, die Formel Leibnizens für den Infinitesimalgedanken, einigermaßen hervorgehoben wird. Daran hat auch die in mehrfacher Hinsicht zutreffende Einschätzung der »Monadologie« in dem sonst leider vielfach verfehlten Werke von Ed. Dillmann (1891) nichts zu ändern vermocht. Erst die umfassenden Spezialuntersuchungen von Bertrand Russell (1900), Louis Couturat (1905) und Ernst Cassirer (1902) haben hier Wandel geschaffen, in anderer Hinsicht, auf dem für Leibniz' Philosophie peripheren Gebiet, auch die erschöpfende Arbeit von Louis Davillé über Leibniz' Historien (1909).

Trotzdem fehlt noch viel zu einer Wiedergabe von Leibniz' Philosophie auf Grund voller Belichtung durch das jetzt nicht mehr beiseite zu stellende mathematische Quellenmaterial. Methodologische und sachliche Momente, die sorgsame Beachtung fordern, sind bisher nicht gebührend in Rücksicht genommen.

Eine methodische Forderung, die hier zuerst betont werden soll, nimmt sich, allgemein formuliert, so selbstverständlich aus, wie es schwer ist, ihr im besonderen Fall gerecht zu werden. Kein ernsthafter Forscher hätte sich beifallen lassen dürfen, eine große wissenschaftliche Leistung lediglich aus Milieuwirkungen abzuleiten. Bei solchem Beginnen geht das Beste historischer Einsicht und Wertung hoffnungslos verloren. Aber selbst hervorragende Forscher können, sind sie eingeschworen auf eine philosophische Schulrichtung, der Versuchung erliegen, die Geschichte der Philosophie im ganzen wie in einzelnen Perioden und Systemen nach Ideen zu deuten, die sich nicht aus dem Quellenmaterial ergeben, sondern in dieses von späterem Standpunkte aus hineingetragen werden. Hegel, der Begründer der Geschichte der Philosophie als Wissenschaft, hat hierfür ein verlockendes Vorbild gegeben.

Eng hängt damit ein zweites, mehr sachliches Moment zusammen. Es liegt im Wesen der Philosophie, daß jede große philosophische Leistung ein systematisches Ganze ist, in dem schließlich jedes Glied mit jedem anderen in mannigfaltigen Zusammenhängen steht. Von jedem einigermaßen bedeutsamen Gliede aus läßt sich demnach das Ganze überschauen, von jedem aus das gesamte System in besonderer Weise darstellen. Aber das Gelingen eines solchen Unternehmens ist erst dann historisch verbürgt, wenn zugleich nachgewiesen wird, daß nur von dem gewählten Ausgangspunkt aus die volle Entfaltung der Lehre möglich, daß, um in Kants Sprache zu reden, die Idee des Systems getroffen ist.

Damit kommt eine letzte, gerade bei Leibniz nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit zum Vorschein. Die gestaltende Idee eines philosophischen Systems muß zwar stets eine so einheitliche wie weittragende, aber sie braucht nicht eine so verhältnismäßig einfache zu sein, wie etwa bei Hume oder Kant, Fichte oder Schopenhauer. Sie kann im Verlauf der Entwicklung des Philosophen verschiedene Probleme in sich aufnehmen, ehe sie die Energie zur Systemgestaltung gewinnt. So ist es bei Leibniz entsprechend der Weite seines geistigen Horizonts und der Fülle der Gesichte, die dieser Horizont bei ihm in sich faßt. Zudem sind die mannigfachen, verschiedenen Zeiten angehörigen und in ihren Zeitangaben schwankenden Selbstzeugnisse des Philosophen über seine Entwicklung in umdichtender Erinnerung verschieden gewendet. Sie bedürfen deshalb durchweg kritischer Nachprüfung, so weit möglich durch Analyse der sicher datierbaren Schriftstücke aus der Zeit von 1663—1695, eine Arbeit, die trotz dankenswerten Untersuchungen über den jungen Leibniz noch in keinem Punkte als abgeschlossen gelten darf.

Mit dem so bedingten Vorbehalt möchte ich die Entwicklung der leitenden Idee bei Leibniz folgendermaßen skizzieren. Sie entstammt dem Antrieb, ein beispiellos früh erwachtes, vorerst durch die deduktiven Gedankengänge der Spätscholastik formal kombinatorisch gerichtetes, aber zugleich aus allen Wissensgebieten der Zeit genährtes wissenschaftliches Denken mit einem ebenso ursprünglichen und zuversichtlichen religiösen Glauben zu vereinigen. Dieser Antrieb, dem Glauben alles zu geben, was er für die Erfassung des letzten Sinns der Wirklichkeit beanspruchen darf, ohne irgend etwas von den Forderungen des Wissens nachzulassen, wird das Grundmotiv für alle weitere Entwicklung der Idee. Gemäß der Problemlage der Zeit führt es Leibniz zu der Aufgabe, die neuerstandene mechanische Naturauffassung in ihren atomistischen, materialistischen und geometrischen Wendungen mit den religiös zentrierten Platonisierenden und Aristotelisierenden Gedankengängen der absterbenden Scholastik zu versöhnen. Den Weg zur Lösung dieser Aufgabe läßt ihn sein mathematisch-physikalischer Tiefblick finden: die rein geometrische Bestimmung des Körpers durch die Cartesianer fordert ebenso wie die rein phoronomische Deutung ihres Bewegungszusammenhangs eine neue, dynamische Fundamentierung der Physik. Die Entdeckungen Galileis sowie die schon von Huyghens erkannte Unzulänglichkeit der Cartesianischen Bewegungsgesetze dienen zur Bestätigung der Konsequenzen, die sich zugunsten solcher dynamischen Grundlegung aus der neuen infinitesimalen Analyse der Geometrie und des mechanischen Geschehens ergeben. Zugleich bereitet sich, auf Grund eigenster philosophischer

Intuition, die letzte, im individualistisch gefaßten Substanzproblem früh angelegte Ergänzung vor: der Fortschritt über die dynamisch fundierte Naturauffassung hinaus, der durch hylozoistische Gedankengänge hindurch zur rein spiritualistischen Deutung jener dynamischen Grundlagen, d. i. zu der Annahme leitet, die ins unendliche organisierte phänomenale Welt der composés »resultiere«[1] aus einer aktual unendlichen Vielheit seelischer, in prästabilierter Harmonie miteinander verbundener Substanzen. Zu dem allen endlich kommt im Untergrund des Bewußtseins die früh erschaute, bis zum späten Alter hin leuchtende Vision eines allgemeinen Algorithmus des rationalen Denkens, die allerdings die begriffliche Ausgestaltung des Weltbildes nicht sowohl leitet, sondern vielmehr von dieser aus mannigfach gemodelt wird.

Abgeschlossen ist diese reiche Entwicklung der Idee zu der erst später sogenannten Monadenlehre um 1687. Es sind nur Folgebestimmungen, die das Nouveau Système des Jahres 1695 von den Darlegungen in den Briefen an Arnauld aus jenem Jahre trennen. Nur reicher entwickelte Folgebestimmungen sind es auch, die Leibniz neun Jahre darauf Locke gegenüber zur Psychologie und Erkenntnislehre, und wiederum sieben Jahre später mit breiter Altersgelehrsamkeit zum Theodiceeproblem ausführt.

Gleichwertig jedoch für die Ausgestaltung der Idee sind auch die Antriebe nicht, die zu dem Abschluß von 1687 vereinigt sind. Das Grundmotiv, die Versöhnung des neuen Wissens mit dem alten Glauben, bleibt allerdings zielbestimmend für das Ganze bis zuletzt. Dafür zeugt der Umstand, daß noch die exoterischen Arbeiten der letzten Lebensjahre des Philosophen, die Theodicée, die Principes und die ihnen hier zuzurechnende Monadologie, aus solcher Zielbestimmung heraus konzipiert sind. Sie ist nicht zufälligerweise, trotz dem verschiedenartigen Gelegenheitsursprung dieser Schriften, das ihnen inhaltlich Gemeinsame. Aber es fehlt jenem Grundmotiv die gestaltende Kraft für die Einzelzusammenhänge der Lehre. Beweisend dafür ist der Gegensatz dieser Zielbestimmung zu dem arg mißdeuteten Wort Kants, er habe das Wissen aufheben müssen, um zum Glauben Platz zu bekommen. Leibniz hätte eine solche Wendung des Gedankens jederzeit abgelehnt. Ihm lag vielmehr daran zu zeigen, daß lediglich das rechte Wissen von der Natur die Welt als das vollkommenste Produkt göttlicher Weisheit offenbar machen könne. Seine philosophische Arbeit galt zu keiner Zeit einer Umdeutung des überlieferten

[1] »*Prosultandi vocabulo utor ad ideam indicandam novam, dum ex quibusdam positis aliquid aliud determinatur eo ipso quod suae ad ipsa relationis unicum est*« (*Initia rerum mathematicarum metaphysica*, a. d. J. 1714, Leibniz Math. Schriften VII 21).

Glaubens. Er hat an den metaphysisch fundierten Glaubenslehren des Christentums selbst da nichts Wesentliches geändert, wo er die theologische Metaphysik in der Weise seiner Philosophie formuliert; er hat der christlichen Glaubensüberlieferung sogar an verschiedenen Punkten Zugeständnisse gemacht, die mit seiner esoterischen Lehre nicht in Einklang zu bringen sind. Was seine Philosophie an Neuem, Epochemachendem enthält, beruht in allem Wesentlichen auf seiner Umbildung der mechanischen Naturauffassung, die ihn gleichzeitig mit Spinoza, aber sicher unabhängig von diesem, zum Vertreter der später allgemein sogenannten Parallelismushypothese zwischen Seele und Körper gemacht hat. Er selbst hat seine Bestimmung dieses Verhältnisses gelegentlich so bezeichnet[1]. Durchaus mit Recht; denn es ändert an dem allgemeinen Sinn des Parallelismus nichts, daß er bei Leibniz nicht aus dem in jedem ihrer Attribute gleichmäßig erfaßbaren Wesen der einen unendlichen Substanz folgt, sondern dahin zu verstehen ist, daß das, was sich in den Phänomenen extensiv und mechanisch darstellt, in den ihnen zugrunde liegenden unendlich vielen seelischen Substanzen »*concentrate seu vitaliter*« enthalten ist, daß somit der kausale Zusammenhang in der Welt der Erscheinungen aus dem teleologischen Zusammenhang der Monadenwelt abgeleitet werden muß.

Für diese eigentliche Leistung der Leibnizischen Philosophie aber sind vor allen anderen zwei Momente der Idee entscheidend: vorerst die durch den physikalischen und metaphysischen Tiefblick ihres Urhebers bedingte dynamisch-spiritualistische Erfüllung des überlieferten Substanzbegriffs, die diesen für Leibniz zum »Schlüssel für die Philosophie« macht; sodann die Ausführungen über den Zusammenhang innerhalb jeder der beiden Welten und beider miteinander durch die ihm eigene Infinitesimalbetrachtung. Erst durch diese beiden Momente gewinnt das konziliatorische Grundmotiv seiner Philosophie die Energie zur Ausgestaltung der Idee.

[1] *J'ay monstré que veritablement il y a dans l'ame quelques materiaux de pensée ou objets de l'entendement, que les sens exterieurs ne fournissent point, savoir l'ame même et ses fonctions (nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu, nisi ipse intellectus . . .), mais je trouve pourtant, qu'il n'y a jamais pensée abstraite, qui ne soit accompagnée de quelques images au traces materielles, et j'ai etabli un parellelisme parfait entre ce qui passe dans l'ame et entre ce qui arrive dans la matiere, ayant monstré, que l'ame avec ses fonctions est quelque chose de distinct de la matiere, mais que cependant elle est tousjours accompagnée des organes de la matiere, et qu'aussi les fonctions de l'ame sont tousjours accompagnées des fonctions des organes, qui leur doivent repondre, et que cela est reciproque et le sera tousjours. (Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel-Unique, 1702,* Leibniz Philos. Schriften VI 532 f.)

Das Germanenepigramm des Krinagoras.

Von Eduard Norden.

(Vorgetragen am 8. November 1917 [s. oben S. 577].)

Das in der Anth. Pal. IX, 291 überlieferte Epigramm des Krinagoras (33 Rubensohn) lautet:

Οὐδ' ἢν Ὠκεανὸς πᾶσαν πλήμμυραν ἐγείρῃ,
  οὐδ' ἢν Γερμανίη Ῥῆνον ἅπαντα πίῃ,
Ῥώμης δ' οὐδ' ὅσσον βλάψει σθένος, ἄχρι κε μίμνῃ
  δεξιὰ σημαίνειν Καίσαρι θαρσαλέη.
5 οὕτως καὶ διεραῖς[1] Ζηνὸς δρύες ἔμπεδα ῥίζαις
  ἑστᾶσιν, φύλλων δ' αὖα χέουσ' ἄνεμοι.

Mommsen hat es einst so übersetzt[2]:

'Nicht wenn brausend heran das Meer wälzt all seine Wogen,
  Nicht wenn Germanien schickt her uns den völligen Rhein,
Beugt sich Romas Kraft, so lang an dem rechten Regierer
  Caesar muthig sie hält, treu in bewährtem Vertraun.
Also ruh'n Zeus' Eichen auf festen lebendigen Wurzeln,
  Wenn die Winde davon führen das welkende Laub.'

Auf die vielbehandelte Frage nach der Abfassungszeit des Gedichts möchte ich nur kurz eingehen. Als im Jahre 1888 unsere Kenntnis von den Lebensumständen des Krinagoras durch Inschriftenfunde erhebliche Bereicherung erfuhr, bezeichnete Mommsen seine frühere Annahme, das Epigramm beziehe sich auf die Varusschlacht, als bedenklich[3], von anderen Gründen abgesehen auch deshalb mit Recht, weil wir dann annehmen müßten, daß der nach Cichorius' und Mommsens eigenen Berechnungen bald nach dem Jahre 70 v. Chr. geborene Dichter dieses Epigramm fast als Achtzigjähriger und zu einer Zeit gedichtet haben müßte, aus der wir über irgendwelche Beziehungen von ihm

[1] Überliefert ist οὕτως καὶ ἱεραί, verbessert von Wilamowitz (ι 43 διερῷ ποδί) bei Mommsen in der gleich zu nennenden Schrift.

[2] Die Örtlichkeit der Varusschlacht (1885) 64 = Ges. Schr. IV, 246.

[3] In diesen Sitzungsber. 1889, 981.

zu Rom nichts mehr wissen. Noch unglücklicher war eine neuerdings sich wieder großer Beliebtheit erfreuende Hypothese, wonach der erste Vers eine Anspielung enthalte sei es auf die Sturmflut der Herbstäquinoktien des Jahres 15, durch die zwei Legionen des Germanicus unter Führung des P. Vitellius am Nordseestrande überrascht wurden (Tacitus ann. I, 70), sei es auf den Sturm, der im Hochsommer des Jahres 16 die Flotte unter dem Oberkommando des Germanicus selbst zerstreute (Pedo bei Seneca suas. 1, 15 als Augenzeuge. Tacitus II, 23 f.). Bei dieser Annahme müßte der Dichter gar in der Mitte seiner achtziger Jahre gestanden haben. Die richtige Beziehung des ersten Verses liegt, wie mir scheint, nahe. Germanien wird in althergebrachter Weise durch Ozean und Rhein bezeichnet, beide werden seit caesarischer Zeit so oft zusammen genannt[1], daß man sieht, wie der Begriff des einen den des anderen fast mit Notwendigkeit auslöste. Nun hatte dem römischen Reiche der Ozean einmal Gefahr gebracht: die Invasion der Kimbern wurde von einer gewaltigen Sturmflut des Ozeans hergeleitet. So erzählte es Livius, so diskutierte es Strabo, so erwähnte es Verrius Flaccus[2]. Nicht einmal wenn der ganze Ozean überflutete, würde dadurch jetzt, sagt der Dichter, der Bestand des Imperiums gefährdet werden. Augustus selbst hat in dem Bericht über seine Taten mit Genugtuung erwähnt, daß seine Flotte von der Mündung des Rheins durch den Ozean an die Küste der kimbrischen Halbinsel fuhr (im Jahre 5 n. Chr.), und

[1] Eine Auswahl der zahllosen Stellen bei A. Holder, Altcelt. Sprachschatz s. v. 'Rhenus'. Die Zitate beginnen — wenn man absieht von den interpolierten Caesarstellen, die ich freilich für zeitgenössisch halte (I, 1, 5. IV, 10, 1) — mit Catull 11, 11, Cicero pr. Marc. 28 und Sallust Hist. I, 11 Maur., sie reichen herab bis Prokopios und Isidorus. Auch auf Weihinschriften *Oceano et Rheno* werden beide öfters zusammen genannt: H. Lehner, Führer durch die antike Abteilung des Provinzialmuseums zu Bonn (1915) 174.

[2] Livius nach Florus I, 37 *Cimbri Teutoni atque Tigurini ab extremis Galliae profugi cum terras eorum inundasset oceanus, novas sedes toto orbe quaerentes* usw. Verrius Flaccus nach Paulus F. 17 *Ambrones fuerunt gens quaedam Gallica, qui subita inundatione maris cum amisissent sedes suas rapinis et praedationibus se suosque alere coeperunt. eos et Cimbros Teutonosque C. Marius delevit.* Poseidonios bei Strabo VII, 292 f. polemisiert mit unzulänglichen Gründen (Joh. Fr. Marcks, Bonner Jahrb. 95, 1894, 35 ff.) gegen diese ihm schon bekannte Annahme einer μεγάλη πλημμυρίς, eine Annahme, die dann wohl nur von Artemidoros herrühren kann, dem ersten, der die Ethnologie der Kimbern behandelte und gegen den Poseidonios auch sonst polemisierte. — Das Gegenteil einer πλημμυρίς des Ozeans ist seine ἄμπωτις. Eine ungewöhnliche Ebbe hat auch einmal in Roms Schicksal eingegriffen. In der überaus reichhaltigen, für die Weltmachtstellung des kaiserlichen Roms so charakteristischen Rede, die Josephus bald nach dem Jahre 66 den Iulius Agrippa (II) in Jerusalem halten läßt, heißt es (Bellum II, 16, 4 § 374 f.): den Spaniern habe gegen Roms Weltmacht nichts genützt οὐδὲ γείτων Ὠκεανὸς φοβερὰν καὶ τοῖς ἐπιχωρίοις ἄμπωτιν ἐπάγων, ἀλλ' ὑπὲρ τὰς Ἡρακλείους στήλας ἐκτείναντες τὰ ὅπλα κτλ. Dies bezieht sich wohl auf die Ebbe, die dem Scipio die Einnahme von Neu-Karthago im Jahre 210 ermöglichte (Livius XXVI, 45, 8 f.).

daß die Kimbern eine Gesandtschaft an ihn schickten (mon. Anc. 5, 14). Wie der Kaiser hier den Ozean und den Rhein nebeneinander nennt, so wendet sich der Dichter von dem Norden Germaniens dem Westen, der Rheingrenze, zu. Halten wir uns nun innerhalb des Zeitbezirks der sicher datierten römischen Epigramme des Dichters[1], so bietet sich uns, wie mir scheint, nur ein Ereignis dar, welches als unmittelbare Voraussetzung des Gedichtes gelten kann und zugleich die Möglichkeit gibt, den Gedanken des ersten Distichons — eine germanische Gefahr — mit dem des zweiten — unerschütterliches Vertrauen auf den Caesar — zu verknüpfen: die Niederlage, die der Statthalter des östlichen Galliens, M. Lollius, im Jahre 16 v. Chr. durch die Sugambrer erlitt, die über den Rhein in Gallien eingedrungen waren[2]. Ich möchte Mommsens eigene Worte anführen, die er über diesen Mißerfolg der römischen Waffen und seine Wirkung auf die kaiserliche Politik geschrieben hat (Röm. Gesch. V, 24): 'Wenn auch an sich nicht von Gewicht, war er doch der germanischen Bewegung gegenüber nichts weniger als unbedenklich: Augustus selbst ging nach der angegriffenen Provinz, und es mag dieser Vorgang wohl die nächste Veranlassung gewesen sein zur Aufnahme jener großen Offensive, die, mit dem rätischen Krieg 739 (15 v. Chr.) beginnend, weiter zu den Feldzügen des Tiberius in Illyricum und des Drusus in Germanien führte.' Meine Vermutung nun, daß Krinagoras in der Tat an diese clades Lolliana dachte[3], wird, wie mir scheint, durch bekannte Verse eines zeitgenössischen Dichters bestätigt. Als Krinagoras auf seiner zweiten Gesandtschaftsreise im Jahre 26/5 nach Rom kam, von da dem Augustus nach Tarraco nachreiste und darauf wieder nach Rom zurückkehrte, wo er dann fast zwei Jahrzehnte als Hausgenosse der Octavia verweilte, war Horaz mitten an der Arbeit der drei ersten Odenbücher. Die Beziehungen beider zum Hofe und zu vornehmen Männern[4] — Krinagoras hat sich, als er den Princeps in Rom nicht antraf, wohl bei Maecenas als seinem Stellvertreter (vgl. Horaz III, 29, 25 f.) melden

[1] Sie reichen von 25, der Rückkehr der Gesandten aus Tarraco, wohin sie dem Augustus nachgereist waren, nach Rom bis zum Jahre 7 v. Chr.: Cichorius, Rom und Mytilene (Leipzig 1888) 58 ff.

[2] Dio LIV, 20 Σύγαμβροι καὶ Οὐσίπεταί τε καὶ Τέγκτηροι .... τὸν Ῥῆνον διαβάντες τήν τε Γερμανίαν καὶ τὴν Γαλατίαν ἐλεηλάτησαν usw.

[3] Gerade um diese Zeit war die poetische Tätigkeit des Krinagoras rege, wie die Liste der mit Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit datierten Gedichte bei Cichorius a. a. O. 61 zeigt. Es mag auch erwähnt sein, daß, wie dieses Gedicht nach meiner Vermutung die Reise des Augustus nach Gallien zur Voraussetzung hat, ein anderes sich auf dessen Reise in den Orient (22—19) bezieht. Daß Reisen des Kaisers die dichterische Produktion anregten, wissen wir ja auch aus Horaz.

[4] Den 'Gesinnungsgenossen des Horaz' nannte schon Mommsen a. a. O. (o. S. 668, 2) den Krinagoras.

müssen; Sallustius Crispus, der Neffe des Historikers, war wie mit Horaz (II, 2) so mit Krinagoras befreundet (Epigr. 48) — legen die Annahme nahe, daß die beiden Dichter wenigstens voneinander gehört haben. Die Aufführung des Säkularliedes, die Wiederaufnahme der Odendichtung des Horaz hat Krinagoras noch in Rom erlebt. Nun heißt es in der schönen, gebetartig komponierten Ode IV, 15, die Horaz an den Kaiser richtete, als sich seine Rückkehr aus Gallien immer länger verzögerte, Vers 25f.:

> *quis Parthum paveat, quis gelidum Scythen,*
> *quis Germania quos horrida parturit*
> *fetus, incolumi Caesare?*[1]

Das bezieht sich auf die gleich nach dem Erscheinen des Augustus am Rhein erfolgte Kapitulation der Sugambrer, die in der etwas früher verfaßten Ode IV, 2, 36, wieder mit Erwähnung des Caesar, ausdrücklich genannt sind. Das unerschütterliche Vertrauen des Volkes auf seinen Kaiser[2], auch in Zeiten der Gefahr, ist der den Versen beider Dichter gemeinsame Gedanke.

Diese Beobachtung führt uns auf Weiteres. Horaz hat schon in den drei ersten Odenbüchern, dort aber noch ohne Beziehung auf die Germanen, die damals, durch Agrippas Maßnahmen gebändigt, in erzwungener Ruhe verharrten, solche Töne angeschlagen. 'Welchen Gott soll das Volk anrufen bei dem drohenden Untergange des Reiches? . . . Dich, Caesar. Laß die Meder nicht ungestraft ihre Rosse tummeln, da du unser Führer bist' (I, 2). 'Caesar kommt, o Volk, als Sieger aus Spanien zurück. Das ist ein wahrer Festtag: solange Caesar die Welt regiert, fürchte ich keinen Aufruhr oder Gewalttat' (III, 14). Horaz hat, wie Reitzenstein zeigte[3], oft genug Epigramme lyrisch umstilisiert. In vorliegendem Falle ist die lyrische Gedankenführung aber die ältere. In diesen Gedichten des Horaz, in denen Augustus als *praesens divus*, als *tutela praesens Italiae dominaeque Romae* angerufen wird, wirkt der alte Typus der Epiklese an Götter nach, an die der Chor eine Fürbitte für die Stadt richtete. In den Chorliedern der Tragiker klingt dieses Motiv öfters an, nirgends deutlicher als im zweiten Stasimon des Oidipus auf Kolonos 1085ff.: 'Zeus, Allherrscher, Allseher, gib den Bewohnern dieses Landes Kraft zum Siege, und du, Pallas Athene,

---

[1] Diese Verse sind schon von A. Hillscher, Jahrb. f. Phil. Suppl. XVIII (1891), 425, 1 angeführt worden; aber er hat keinen Schluß aus der Kongruenz gezogen.

[2] Die Ausdrucksweise der Verse 3f. des Krinagoras ist kühn, aber unantastbar: οἱ Ῥωμαῖοι θαρροῦσι πιστεύοντες, Καίσαρα δεξιὰ σημαίνειν. Der Infinitiv gibt den Inhalt des θαρρεῖν an, wobei der Dativ Καίσαρι das persönliche Moment, das das Volk an seinen Kaiser bindet, feiner zum Ausdruck bringt, als es der Akkusativ in Prosa vermag.

[3] Neue Jahrb. XXI (1908), 81ff.

Auch Apollon und seine Schwester bitte ich, diesem Lande und seinen Bürgern ihren Beistand zu leihen.' Nur durch den ὄγκος der tragischen Rede, der in dieser Paraphrase beiseite gelassen worden ist, unterscheidet sich diese Strophe von dem schlichten Skolion 'Pallas Tritogeneia, Herrin Athena, erhalte aufrecht diese Stadt und ihre Bürger, fern von Schmerzen und Zwistigkeiten', und selbst Pindar hat hierbei einmal einfache Töne gefunden: 'Liebe Mutter Aigina, in freier Fahrt führe diese Stadt mit Zeus, dem Fürsten Aiakos, Peleus, Telamon dem Guten und mit Achilleus' (Pyth. 8, Schluß). Hymnen dieser Art[1] müssen wir uns bei gottesdienstlichen Feiern allenthalben gesungen denken, so wenig uns von dieser ungeschriebenen Literatur auch erhalten sein mag. Aber dies zu verfolgen, liegt nicht auf unserem Wege[2]: dagegen führt uns folgende Betrachtung zu dem Epigramm des Krinagoras zurück. Wenn Gebete dieser Art in Erfüllung gingen, so entwickelte sich daraus der Ausdruck der Zuversicht. 'Unsere Stadt wird nach göttlicher Schicksalsbestimmung niemals untergehen, hält doch Pallas Athene als gewaltige Schirmherrin ihre Hände über sie', so beginnt Solon seine Elegie[3], in der er dann ausführt, daß Schmerzen und Zwist der Stadt drohen (Vers 8. 19)[4]. Das Epigramm ist, wie so häufig, eine Verkürzung der Elegie. Augustus tritt ohne weiteres an die Stelle der alten Landesgottheiten. Krinagoras hat die Worte δεξιὰ σημαίνειν dem Zeushymnus des Aratos entnommen (5 f. ὁ δ' ἤπιος ἀνθρώποισι δεξιὰ σημαίνει)[5]. Die Römer werden *ductu et auspiciis Augusti* herausgehört haben, oder, um es wieder horazisch auszudrücken: 'O größter Fürst auf dem Erdenrunde: die beiden Neronen haben die Vindeliker und Räter niedergeworfen, da du ihnen deine Soldaten, deinen Rat und deine Götter gewährtest' (IV. 15).

---

[1] R. Wünsch, der sein kostbares Leben für unser Vaterland dahingab, hat in seiner letzten Arbeit, dem Artikel 'Hymnus' der R. E., gerade diese Art kaum berührt.

[2] Nur sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß die Fürbitten der christlichen Liturgien für Gesundheit und Sieg des regierenden Kaisers (vgl. z. B. die alexandrinische Liturgie bei C. A. Swainson, The greek liturgies, London 1884, S. 6) aus den entsprechenden Vota der alten Religion erwachsen sind, wofür die Acta fratrum Arvalium aus der Zeit des Claudius und Traianus (S. 122 f. Henzen), ja schon das schöne Gebet, mit dem Vergil das erste Buch der Georgica schließt, vollgültige Beispiele bieten.

[3] Die Häufung der Anaklesen μεγάθυμος ἐπίσκοπος ὀβριμοπάτρη Παλλὰς Ἀθηναίη entspricht dem Hymnenstil.

[4] Zu vergleichen ist das Gebet an Apollon um Schutz der Stadt in den Theognidea 773 ff.

[5] Eine schöne Analogie ist folgende: Germanicus beginnt das im Jahre 18 auf griechischem Boden verfaßte (v. Wilamowitz in diesen Sitzungsber. 1911, 814, 2) Proömium seiner Aratea, indem er das arateische Proömium auf Tiberius überträgt: *ab Iove principium magno deduxit Aratus carminis, at nobis, genitor, tu maximus auctor, te veneror, tibi sacra fero* usw. Er schließt: *numenque secundes.*

Dieser Typus hat in der Literatur der römischen Kaiserzeit eine lange Geschichte gehabt. Einen Blick auf sie zu werfen wird sich uns dienlich erweisen für das Verständnis des zweiten Verses unseres Epigramms: ihn zu erklären ist der eigentliche Anlaß zu diesen Bemerkungen gewesen. Er ist mit Konjekturen überschüttet worden; unter diesen erfreut sich die Peerlkampsche Ῥῆνον ἅπαντ' ἐφίῃ, die auch Mommsen in seiner Übersetzung befolgte, bis in jüngste Zeit[1] eines unverdienten Ansehens. Sie ist, wie alle übrigen vorgeschlagenen Änderungen, schon deshalb abzulehnen, weil, wie schon von anderen bemerkt worden ist, dieser Dichter die Vorstellung vom 'Trinken des Rheins' auch in einem anderen Gedichte zum Ausdruck gebracht hat: A. P. XVI, 61, 5f. (49 Rubensohn) Ἀράξης | καὶ Ῥῆνος δούλοις ἔθνεσι πινόμενος, vgl. IX, 430, 1 f. (36 Rub.) ἐγγὺς Ἀράξεω | ὕδωρ πιλοφόροις πίνεται Ἀρμενίοις. Bei römischen Dichtern wurde es fast zum Gemeinplatz, den Wohnsitz von Barbarenvölkern so zu bezeichnen, daß man sagte, 'sie trinken die Ströme ihres Landes'[2]. Ja es werden in diesem Sinne sogar Germanien und der Rhein genannt. Vergil läßt (buc. 1, 62) einen seiner Hirten die Unmöglichkeit, je die Wohltaten des Caesar zu vergessen, durch eine Reihe von ἀδύνατα bekräftigen, darunter: *aut Ararim Parthus bibet aut Germania Tigrim.* Um die Grenzen des Imperiums möglichst weit zu befassen, hat der Dichter an die Stelle des Euphrats und Rheins, deren Nennung man erwartet hätte[3], Tigris und Saône treten lassen, letztere, wie es scheint, auf Grund seiner Kenntnis von militärischen Vorgängen, die sich damals in jener Gegend Galliens vorbereiteten[4]. Wenn wir seinen Vers aus dem Paradoxen ins Natürliche

[1] Sie ist von E. Sadée in seiner soeben erschienenen, übrigens sehr lesenswerten Rede zum Winckelmannstage 1916 'Rom und Deutschland vor 1900 Jahren' (Bonner Jahrb. Heft 124, S. 15, 5) wieder verteidigt worden.

[2] Horaz II, 20, 20 *Rhodanique potor* IV, 15, 21 *qui profundum Danuvium bibunt*; die Belege aus Vergil und Seneca s. gleich im Text und folgender Anmerkung. Viele andre Beispiele aus späteren Dichtern (aber nicht dem weiterhin verwerteten Sidonius) im Thes. l. l. II, 1964 s. *bibo.* Die Primärquelle für griechische und römische Dichter wird B, 824f. (im Troerkataloge) gewesen sein: οἳ δὲ Ζέλειαν ἔναιον ὑπαὶ πόδα νείατον Ἴδης, ἀφνειοί, πίνοντες ὕδωρ μέλαν Αἰσήποιο. Herodot VII, 21. 187 berichtet, um die Größe des Heeres des Xerxes phantastisch zu bezeichnen, die Flüsse hätten nicht gereicht, seinen Durst zu stillen, πλὴν τῶν μεγάλων ποταμῶν. Dem Hellenen galt das Trinken von Wasser ἀπὸ ποταμῶν μεγάλων, ἐς οὓς ποταμοὶ ἕτεροι ἐμβάλλουσι als gesundheitsschädlich: Hippokr. de aere 9.

[3] Vgl. georg. I, 509 *hinc movet Euphrates, illinc Germania bellum,* Aen. VIII, 726 *Euphrates . . . Rhenusque bicornis.*

[4] Diese Ansicht, die schon J. Chr. Jahn (1825) andeutete, habe ich mir auf Grund der Lektüre der lehrreichen Abhandlung von E. Ritterling, Zur Gesch. des röm. Heeres in Gallien, Bonner Jahrb. 114/115 (1906), 161 ff. (in dem Abschnitt: Die militärischen Verhältnisse bis zur Niederlage des Lollius) gebildet. Die Ekloge ist frühestens im Jahre 41 gedichtet. Damals begannen die Ereignisse an der Rhone, speziell an ihrem Zusammenfluß mit der Saône bei Lugdunum, die Aufmerksamkeit auf sich

zurückbilden, so ist klar, daß die Verbindung *Germania Rhenum bibit* eine für seine Leser verständliche Vorstellung gewesen sein muß. Seine Ausdrucksweise berührt sich mit derjenigen des Krinagoras also auch darin, daß er — mit einem bei Dichtern ganz geläufigen Tropus — das Land für dessen Bewohner nennt. Seneca hat diese Verse in einem Chorliede der Medea nachgebildet, indem er, dem inzwischen beträchtlich erweiterten Begriff der Oikumene und des Völkerverkehrs Rechnung tragend, das vergilische ἀδύνατον als Realität bezeichnet (371 ff.): der Erdkreis wird von einem Ende zum andern durchwandert, *Indús gelidum potat Araxen, Albin Persae Rhenumque bibunt*, worauf er eine interessante Perspektive der Entdeckungsgeschichte eröffnet[1]. Er ersetzt hier also den Arar durch den Rhenus (neben dem er nun auch schon die Elbe nennen kann). Beide Ströme nebeneinander nennt in einer Paraphrase der vergilischen Verse Nemesianus im Proömium seiner im Jahre 284 gedichteten Cynegetica 67 f.: später wolle er besingen die von den kaiserlichen Brüdern Numerianus und Carinus unterworfenen Nationen *quae Rhenum Tigrimque bibunt Ararisque remotum principium*[2].

Hieraus ergibt sich, daß jeder Versuch, die Überlieferung anzutasten, abgelehnt werden muß. Aber mit dem Verständnisse des Einzelverses ist noch nicht dasjenige des Zusammenhanges erschlossen, in

zu ziehen. Appian b. c. V, 66 nennt zum Jahre 40 den Salvidienus, der das dem Antonius nach dem Tode des Fufius Calenus abgenommene Heer von 11 Legionen für Caesar befehligte, τὸν ἡγούμενον τῷ Καίσαρι τοῦ περὶ Ῥοδανὸν στρατοῦ. Dann hat Agrippa während seiner ersten Statthalterschaft in Gallien (39/38) Lugdunum als Ausgangspunkt einer über Chalon, Metz, Trier an den Rhein führenden Straße (Strabo IV, 208) gewählt, die bestimmt war, die Rheingrenze zu sichern. Ist es nicht begreiflich, daß diese Vorgänge in Gallia comata, die die augusteische Neuorganisation vorbereiteten, das Interesse eines Dichters in Gallia togata erregten? Später sind von Tibull in der zur Feier des gallischen Triumphes des Messala (im Jahre 27) gedichteten Elegie I, 7 *Arar Rhodanusque* als Zeugen seiner Taten genannt (Vers 11), worin Ritterling einen Hinweis darauf zu erblicken glaubt, daß noch damals die Hauptmacht des Heeres an der mittleren Rhone stand.

[1] Das Lied schließt in Fortsetzung der im Text zitierten Verse so: *venient annis saecula seris, quibus Oceanus vincula rerum laxet et ingens pateat tellus Tethysque novos detegat orbes nec sit terris ultima Thule.* Hier hört man den stoischen Gelehrten (vgl. nat. qu. I, pr. 13). Die Stoa hatte das Glück gehabt, Eratosthenes zu den ihrigen zählen zu dürfen, an den Poseidonios anknüpfte. Vgl. A. Elter, Kolumbus und die Geographie der Griechen, Bonner Festrede 1902.

[2] Die Quelle des Arar verlegen Strabo IV, 186 (vgl. 192) und Ptol. II, 10, 3 irrtümlich in die Alpen, indem sie sie mit derjenigen der Rhone verwechseln. Später — wohl erst im Verlauf des 3. Jahrhunderts während der unaufhörlichen Kämpfe mit den Alamannen — wurde das berichtigt: daraufhin Vibius Sequester (Geogr. lat. min., S. 145): *Arar Germaniae e Vosego monte miscetur Rhodano.*

dem er erscheint, vor allem auch noch nicht der Begriff der 'Ganzheit' des Stromes. Um dieses zu erklären, müssen wir uns einem späten Zeugen zuwenden. Wir wollen uns dabei wieder Mommsen zum Führer nehmen.

Seine Erzählung der Ereignisse der Jahre 61–59, als germanische Stämme das Gebiet der Helvetier bedrohten und Ariovist sich im oberen Elsaß festsetzte, als auch das untere gefährdet war und suebische Haufen sich zwischen Mainz und Köln sammelten und am Niederrhein die Usipeter und Tencterer in Bewegung gerieten, schließt er mit folgenden Worten (Röm. Gesch. III 249): 'Von den Rheinquellen bis zum atlantischen Ozean waren die deutschen Stämme in Bewegung, die ganze Rheinlinie von ihnen bedroht; es war ein Moment, wie da die Alamannen und Franken sich über das sinkende Reich der Caesaren warfen und jetzt gleich schien gegen die Kelten eben das ins Werk gesetzt werden zu sollen, was ein halbes Jahrtausend später gegen die Römer gelang.' Bei diesen Worten dachte er unzweifelhaft an berühmte Verse des Sidonius, dem er Jahrzehnte später eine meisterhafte Charakteristik gewidmet hat.

Das Jahr 455 war für Gallien eins der schicksalsschwersten seiner Geschichte. Die Ermordung des Aetius (21. September 454), der durch seine Kraft und Politik die rechtsrheinischen Germanenvölker in Furcht gehalten hatte, war für diese das Signal zu einer gewaltigen Invasion auf das linke Stromufer geworden. Insbesondere gelang es den Alamannen, die freilich schon im Jahre 408 hierher vorgedrungen waren, sich aber noch nicht hatten behaupten können, jetzt das Elsaß von Straßburg bis Worms und die angrenzenden Teile der Schweiz dauernd zu besetzen[1]. Petronius Maximus, auf dessen Anstiften der Kaiser Valentinianus III., der Mörder des Aetius, seinerseits ermordet worden war (16. März 455), bestieg den Kaiserthron und ernannte den vornehmen Arverner Avitus zum Magister utriusque militiae, dem es in drei Monaten gelang, die Feinde teils zu besiegen, teils mit ihnen zu paktieren. Avitus, der dann am 9. Juli desselben Jahres zum Kaiser ausgerufen wurde, war der Schwiegervater des Sidonius Apollinaris, der zum 1. Januar 456 ein langes Festgedicht (Nr. 7) verfaßte. Eine Versreihe desselben ist geschichtlich hochbedeutsam. Er preist die Verdienste, die Avitus als Reichsfeldmarschall des Petronius Maximus sich um das Vaterland erworben habe (372 ff.):

[1] Diese Verhältnisse finde ich am besten dargelegt von W. Oechsli, Zur Niederlassung der Burgunder und Alamannen in der Schweiz, Jahrb. f. Schweizerische Gesch. XXXIII (1908), 225 ff.

Francus Germanum primum Belgamque secundum[1]
sternebat Rhenumque, ferox Alamanne, bibebas
Romani[2] *ripis et utroque superbus in agro*
vel civis vel victor[3] *eras. sed perdita cernens*
terrarum spatia princeps iam Maximus, unum
quod fuit in rebus, peditumque equitumque magistrum
te sibi Avite legit.

Kaum hatte Avitus sein Amt angetreten, als die Alamannen eine entschuldigende Gesandtschaft abschickten und die übrigen Völkerschaften sich zur Ruhe bequemten (388 ff.):

ut primum ingesti pondus suscepit honoris,
legas qui veniam poscant, Alamanne, furori:
Saxonis incursus cessat, Chattumque palustri
alligat Albis aqua; vixque hoc ter menstrua totum
luna videt.

Die Situation, die den gallischen Lobredner der ephemeren Usurpatoren — auch die Regierung des Avitus dauerte nur bis zum 17. Oktober des Jahres 456 — seine schönfärberischen, aber für die Zeit gar nicht üblen Worte finden ließ, ist, wie man sieht, nach Verlauf fast eines halben Jahrtausends in ihrer Grundvoraussetzung noch dieselbe wie diejenige, die dem lateinischen und dem griechischen Hofdichter des Augustus ihre feinstilisierten Huldigungen eingaben. Dem Reiche droht eine Gefahr von seiten Germaniens, aber der Kaiser braucht bloß auf dem Plane zu erscheinen, und sie ist beseitigt. Daß es gerade auch die Franken waren, die die immer noch nicht völlig erlahmte

[1] Die zur *dioecesis Galliarum* gehörenden Provinzen *Germania prima* (Stadtgebiete von Mainz, Worms, Speier und Straßburg mit der Hauptstadt Mainz) und *Belgica secunda* (Hauptstadt Reims). Zur Ausdrucksweise vgl. Dessau 2786 *civis secundus Retus* (*Raetia secunda*: die vindelizische Hochebene zwischen Alpen und Donau).

[2] So die Überlieferung, die nicht in *Romanis* geändert werden darf: der *Romanus* steht im Gegensatz zum *Alamannus*; auch haben gerade die späteren Schriftsteller (auch Prosaiker wie Ammianus) die Schulregel, den gleichen Kasusauslaut zweier aufeinanderfolgender Wörter zu meiden, genauer befolgt als die früheren, die sich nicht eben ängstlich daran kehrten (Vergil erhält in naseweisen Scholien deswegen oft einen Tadel). — Für den Gedanken vgl. die hübschen Hendekasyllaben des Martial X, 7 an den Gott des Rheinstroms: das Gebet (*et*) *Romanus eas utraque ripa* war nicht in Erfüllung gegangen.

[3] *civis* in den Agri decumates, *victor* auf dem linken Ufer des Oberrheins. Für den letzteren Ausdruck ist zu bemerken, daß *victor* die technische Bezeichnung für diejenige Völkerschaft war, die fremdes Gebiet besetzte: Siculus Flaccus de condicionibus agrorum in den Agrimensores S. 102, 1 Thulin *occupatorii dicuntur agri quibus agris victor populus occupando nomen dedit*; ebendort S. 100, 7 u. ö. Schon Caesar braucht das Wort öfters so von den Germanen, die Teile Galliens okkupierten: I, 40, 6. 44, 2. VI, 37, 7. Vgl. Tacitus Germ. 2 und dazu Müllenhoff, D. A. IV, 130.

Kraft des Imperiums zu fühlen bekamen, trifft sich für die oben entwickelte Ansicht gut, nach der sich das Krinagorasepigramm auf die durch das Erscheinen des Augustus in Gallien erfolgte Kapitulation der Sugambrer bezieht: denn die Sugambrer waren einer der germanischen Stämme, die in das Frankenreich aufgingen, und die Gleichung der Franken, die man mehr als man wünschte aus dem Leben kannte, und der Sugambren, die man nur mehr aus der Literatur kannte, war gerade dem Sidonius und dieser Spätzeit überhaupt ganz geläufig[1].

Die clades Lolliana bildete, wie wir oben mit Mommsens Worten hörten, einen Wendepunkt in der Stellungnahme des Imperiums zu der Germanenfrage. Bis zu ihr verhielt es sich in der Defensive, darauf erfolgte die Verlegung der Operationsbasis von der Rhone und Saône an den Rhein und die Vorbereitung einer Offensive. Fast gleichzeitig wurden die beiden Hauptwaffenplätze Castra Vetera und Mogontiacum, ersteres unter den Augen des Augustus selbst, angelegt; in eben jenen Jahren (16—13) wurde, um den Oberlauf des Stromes zu sichern, das Legionslager von Vindonissa geschaffen, von wo aus die Truppen bei etwaiger Gefahr leicht an den Rhein verschoben werden konnten. So war in der Tat der Fluß in seinem ganzen Laufe durch einen lebendigen Schutzwall gedeckt, der so undurchdringlich schien, daß der Dichter mit Recht sagen konnte, auch wenn Germanien die ganze Rheinlinie erreicht hätte, drohe dem Reiche keine Gefahr. Aber er konnte die Zukunft nicht vorausahnen, die uns die Worte des Sidonius vor Augen stellen. Er bezeichnet den Rhein in seiner ganzen Ausdehnung nach den ihm anwohnenden Völkerschaften. Die Franken vom Niederrhein drangen in das mittlere Stromgebiet, *Germania prima*, ein, von wo sich ihre Plünderungszüge in die *Belgica secunda* erstreckten: auf den Oberrhein deutet er durch die Nennung der Alamannen hin. Was Krinagoras einst mit Worten ausgedrückt hatte, die fast wie ein ἀδύνατον klangen, 'auch nicht, wenn Germanien den ganzen Rhein getrunken haben wird'[2], das war nun in die Erscheinung getreten: die Rheinlinie war in ihrer Gesamtheit, fast von der Quelle

---

[1] Sidonius selbst carm. 23, 245 *Fráncorum et penitissimas paludes intrares venerantibus Sygambris*, epist. IV, 1, 4 *ad paludicolas Sygambros* (vgl. Hist. Aug. vita Probi 12, 3 *Franci inviis strati paludibus*). Lydus de mag. III, 56 (S. 145 Wünsch) Συγάμβροις . . ., Φράγγους αὐτοὺς . . . καλοῦσιν ἐπὶ τοῦ παρόντος οἱ περὶ Ῥῆνον καὶ Ῥοδανόν.

[2] Ich stimme in der Auffassung dieser Worte mit H. Stadtmüller überein, der in einer Anmerkung seiner Ausgabe der Anthologie zu diesem Verse bemerkt: »Ῥῆνον ἅπαντα πίνειν dicit poeta eos qui non hanc illam partem ripae Rhenanae occupant, sed totum amnem, quanto ambitu eius cursus conficitur, nullo spatio intermisso accolunt.« Ich glaube diese Übereinstimmung um so mehr hervorheben zu müssen, als ich im übrigen den Deutungsversuchungen dieses Gedichtes durch St. nicht zustimme.

bis zur Mündung des Stroms, gefährdet, ja, die Alamannen 'tranken den Rhein' sogar schon auf beiden Ufern.

Das ausgehende dritte Jahrhundert bildet ein Bindeglied zwischen dem Ende des letzten vorchristlichen und der Mitte des fünften. Die Sorge vor der Germanengefahr war damals die gleiche. Der Panegyriker des Kaisers Maximianus findet dafür in seiner zu Trier im Jahre 289 gehaltenen Rede 10 (2). 7 eigentümlichen Ausdruck: 'Wann hat nicht zu unserer größten Furcht die lange Dauer heiteren Wetters den Wasserstand des Rheins vermindert? wann ist nicht zu unserer Sicherheit seine Wasserfülle gewachsen? . . . Aber du, unbesiegter Herrscher, hast jene wilden Völker durch Verwüstung, Schlachten, Mord und Brand gebändigt . . . . Von nun ab sind wir sorgenfrei. Mag der Rhein austrocknen und mit dünnem Rinnsal kaum glatte Steinchen auf seinem sichtbaren Grunde ins Rollen bringen, daraus erwächst uns keine Furcht mehr: das ganze jenseitige Ufer, soweit ich schaue, ist römisch'[1]. Es ist einmal die Vermutung ausgesprochen worden, Krinagoras habe mit seinen Worten auf die Möglichkeit einer Trockenlegung des Rheinstrombetts und die daraus sich ergebende Gefahr für den Bestand des Imperiums hinweisen wollen[2]. Man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, daß diese Deutung in den soeben angeführten Worten eine Bestätigung erhalte. Aber das wäre doch nur ein trügerischer Schein: der vorhin erwähnte Ausdruck des Krinagoras selbst 'Ῥῆνος δούλοις ἔθνεσι πινόμενος, alle Parallelstellen lateinischer Dichter, in denen es stets nur *bibere*, nie *ebibere* heißt, schließen es aus, in unserem Epigramm πίῃ im Sinne von ἐκπίῃ zu verstehen. Wohl aber wird man die Worte des Panegyrikers, in denen wieder ein Augustus auf Kosten der Franken verherrlicht wird, in die hier dargelegte Geschichte eines Motivs hineinbeziehen dürfen. Im Anfang erscheint es noch als Ausdruck der Zuversicht: selbst wenn diese Gefahr einer pangermanischen Invasion einmal eintreten sollte — es wird nie dazu kommen —, das Reich steht fest, und das Volk hält treu zu seinem Kaiser. Der Panegyriker spricht schon aus einer andern Tonart: je bombastischer er seine Sorgenfreiheit beteuert, um so deutlicher merkt man, daß bleiche Furcht ihn schüttelt[3]. Als der vor-

---

[1] Der Gedanke ist von dem Verfasser des Panegyrikus auf Constantinus 5 (8). 6 wiederholt worden.

[2] A. Rubensohn in seiner Ausgabe (Berlin 1888) S. 89: 'sublatis his cancellis Germani iam suo arbitrio in Romanos fines ingruere poterant sicco quasi vado.'

[3] Mit der von ihm behaupteten Besiegung war es nicht weit her: der Kaiser mußte sich bequemen, den Franken auf dem linken Stromufer Ländereien anzuweisen, was ein anderer Panegyriker (8, 21) mit bittersüßen Worten so zu beschönigen sucht: *tuo, Maximiane Auguste, nutu Arviorum et Trevirorum arva iacentia Laetus postliminio restitutus et receptus in leges Francus excoluit.*

nehme Gallier sein Gedicht verfaßte, war die Kaiserherrschaft in der Provence bereits zusammengebrochen. So blieb ihm nur mehr die kleinlaute Phrase; in sie kleidete er das Bewußtsein der Hoffnungslosigkeit, dem germanischen Sieger das linke Ufer des Oberrheins, das er sich damals zur dauernden Besiedelung gewonnen hatte, je wieder streitig machen zu können.

Ausgegeben am 13. Dezember.



1917.
L.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz.

Hr. Liebisch sprach über die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Lichte nach einer gemeinsam mit Hrn. Dr. A. Wenzel ausgeführten Untersuchung. (Ersch. später.)

Die Fortsetzung der auf S. 3—22 dieses Jahrgangs mitgeteilten Arbeit beschäftigt sich mit der quantitativen Analyse der Interferenzfarben, die an Quarzplatten im konvergenten Sonnenlicht zwischen gekreuzten Polarisatoren beobachtet werden, wenn die Begrenzungsebenen der Platten senkrecht oder parallel zur optischen Achse liegen. Diese Farbengemische werden verglichen mit den Interferenzfarben, die unter denselben Bedingungen zwischen parallelen Polarisatoren auftreten. Die entwickelten rechnerischen Hilfsmittel gestatten ferner die lebhaften Farben zu verfolgen, durch welche die vierfachen Airyschen Spiralen ausgezeichnet sind. Den Schluß bildet eine Analyse der charakteristischen Interferenzfarben, die durch das schwache spezifische Drehungsvermögen des Natriumchlorats im parallelstrahligen Sonnenlichte hervorgerufen werden.

Ausgegeben am 13. Dezember.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1917 LI. LII. LIII

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1917

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER



Aus dem Reglement für die Redaktion der akademischen Druckschriften

Aus § 1.

Die Akademie gibt gemäß § 41, 1 der Statuten zwei fortlaufende Veröffentlichungen heraus: »Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften« und »Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften«.

Aus § 2.

Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte oder die Abhandlungen bestimmte Mitteilung muß in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden, wobei in der Regel das druckfertige Manuskript zugleich einzuliefern ist. Nichtmitglieder haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen.

§ 3.

Der Umfang einer aufzunehmenden Mitteilung soll in der Regel in den Sitzungsberichten bei Mitgliedern 32, bei Nichtmitgliedern 16 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte, in den Abhandlungen 12 Druckbogen von je 8 Seiten in der gewöhnlichen Schrift der Abhandlungen nicht übersteigen.

Überschreitung dieser Grenzen ist nur mit Zustimmung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse statthaft und ist bei Vorlage der Mitteilung ausdrücklich zu beantragen. Läßt der Umfang eines Manuskripts vermuten, daß diese Zustimmung erforderlich sein werde, so hat das vorlegende Mitglied es vor dem Einreichen von sachkundiger Seite auf seinen mutmaßlichen Umfang im Druck abschätzen zu lassen.

§ 4.

Sollen einer Mitteilung Abbildungen im Text oder auf besonderen Tafeln beigegeben werden, so sind die Vorlagen dafür (Zeichnungen, photographische Originalaufnahmen usw.) gleichzeitig mit dem Manuskript, jedoch auf getrennten Blättern, einzureichen.

Die Kosten der Herstellung der Vorlagen haben in der Regel die Verfasser zu tragen. Sind diese Kosten aber auf einen erheblichen Betrag zu veranschlagen, so kann die Akademie dazu eine Bewilligung beschließen. Ein darauf gerichteter Antrag ist vor der Herstellung der betreffenden Vorlagen mit dem schriftlichen Kostenanschlage eines Sachverständigen an den vorsitzenden Sekretar zu richten, dann zunächst im Sekretariat vorzuberaten und weiter in der Gesamtakademie zu verhandeln.

Die Kosten der Vervielfältigung übernimmt die Akademie. Über die voraussichtliche Höhe dieser Kosten ist — wenn es sich nicht um wenige einfache Textfiguren handelt — der Kostenanschlag eines Sachverständigen beizufügen. Überschreitet dieser Anschlag für die erforderliche Auflage bei den Sitzungsberichten 150 Mark, bei den Abhandlungen 300 Mark, so ist Vorberatung durch das Sekretariat geboten.

Aus § 5.

Nach der Vorlegung und Einreichung des vollständigen druckfertigen Manuskripts an den zuständigen Sekretar oder an den Archivar wird über Aufnahme der Mitteilung in die akademischen Schriften, und zwar, wenn eines der anwesenden Mitglieder es verlangt, verdeckt abgestimmt.

Mitteilungen von Verfassern, welche nicht Mitglieder der Akademie sind, sollen der Regel nach nur in die Sitzungsberichte aufgenommen werden. Beschließt eine Klasse die Aufnahme der Mitteilung eines Nichtmitgliedes in die Abhandlungen, so bedarf dieser Beschluß der Bestätigung durch die Gesamtakademie.

Aus § 6.

Die an die Druckerei abzuliefernden Manuskripte müssen, wenn es sich nicht bloß um glatten Text handelt, ausreichende Anweisungen für die Anordnung des Satzes und die Wahl der Schriften enthalten. Bei Einsendungen Fremder sind diese Anweisungen von dem vorlegenden Mitgliede vor Einreichung des Manuskripts vorzunehmen. Dasselbe hat sich zu vergewissern, daß der Verfasser seine Mitteilung als vollkommen druckreif ansieht.

Die erste Korrektur ihrer Mitteilungen besorgen die Verfasser. Fremde haben diese erste Korrektur an das vorlegende Mitglied einzusenden. Die Korrektur soll nach Möglichkeit nicht über die Berichtigung von Druckfehlern und leichten Schreibversehen hinausgehen. Umfängliche Korrekturen Fremder bedürfen der Genehmigung des redigierenden Sekretars vor der Einsendung an die Druckerei, und die Verfasser sind zur Tragung der entstehenden Mehrkosten verpflichtet.

Aus § 8.

Von allen in die Sitzungsberichte oder Abhandlungen aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilungen, Reden, Adressen oder Berichten werden für die Verfasser, von wissenschaftlichen Mitteilungen, wenn deren Umfang im Druck 4 Seiten übersteigt, auch für den Buchhandel Sonderabdrucke hergestellt, die alsbald nach Erscheinen ausgegeben werden.

Von Gedächtnisreden werden ebenfalls Sonderabdrucke für den Buchhandel hergestellt, indes nur dann, wenn die Verfasser sich ausdrücklich damit einverstanden erklären.

§ 9.

Von den Sonderabdrucken aus den Sitzungsberichten erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 50 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 200 (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

Von den Sonderabdrucken aus den Abhandlungen erhält ein Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, zu unentgeltlicher Verteilung ohne weiteres 30 Freiexemplare; er ist indes berechtigt, zu gleichem Zwecke auf Kosten der Akademie weitere Exemplare bis zur Zahl von noch 100 und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von 100 (im ganzen also 230) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigierenden Sekretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Verteilung zu erhalten, so bedarf es dazu der Genehmigung der Gesamtakademie oder der betreffenden Klasse. — Nichtmitglieder erhalten 30 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigierenden Sekretar weitere 100 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 17.

Eine für die akademischen Schriften bestimmte wissenschaftliche Mitteilung darf in keinem Falle vor ihrer Ausgabe an jener Stelle anderweitig, sei es auch nur auszugs-

(Fortsetzung auf S. 3 des Umschlags.)

1917.
LI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

13. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Hr. Planck.

1. Hr. Haberlandt sprach »Über die Deformationen des sensiblen Protoplasmas bei der Reizung pflanzlicher Sinnesorgane für mechanische Reize.« (Ersch. später.)

Es wird an einer Reihe von Beispielen, insbesondere für die Ranken, gezeigt, daß die Deformationen, die das sensible Protoplasma der Sinnesorgane für mechanische Reize bei Stoß oder Berührung erleidet, im wesentlichen auf tangentiale Zug- und Druckspannungen zurückzuführen sind.

2. Hr. Correns legte eine Abhandlung vor: Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Es gelang bei einer getrenntgeschlechtigen höheren Pflanze (Melandrium) durch Bestäubung mit sehr viel und mit wenig Pollen sicher verschiedene Geschlechtsverhältnisse zu erhalten, im 1. Fall 42.96 Prozent Männchen und 57.04 Prozent Weibchen (Gesamtzahl 1276), im 2. Fall 29.86 Prozent Männchen und 70.14 Prozent Weibchen (Gesamtzahl 1292). Das Ergebnis erklärt sich durch die Konkurrenz unter den beiderlei Pollenkörnern des heterogametischen männlichen Geschlechtes, ohne Änderung der Keimzellen in Potenzen, Tendenz oder Valenz. Mit der Zunahme der Zahl nimmt der Vorteil zu, in dem sich die weibchenbestimmenden Pollenkörner überhaupt befinden. Er beruht sehr wahrscheinlich auf dem schnelleren Wachstum der Pollenschläuche, die so die weibchenbestimmenden Spermakerne rascher zu den Eizellen befördern.

3. Hr. Diels überreichte eine Mitteilung des Hrn. Generalleutnant z. D. Dr. phil. h. c. Erwin Schramm in Dresden betitelt: Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10—12.

Nach Fertigstellung der Rekonstruktion der antiken Geschütze, deren Modelle auf der Saalburg aufgestellt sind, ergab es sich, daß auch nach Vitruvs Angaben ohne wesentliche Textänderungen (nur die Zahlen sind von den Abschreibern willkürlich behandelt worden) leistungsfähige Geschütze hergestellt werden können. Zu diesem Zwecke werden die betreffenden Kapitel ins Deutsche übersetzt und durch Figuren in genauem Maßstab erläutert.

4. Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Bütschli in Heidelberg hat am 5. Dezember das fünfzig-

jährige Doktorjubiläum gefeiert: aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, welche weiter unten abgedruckt ist.

5. Die philosophisch-historische Klasse hat Hrn. Sachau zur Erforschung der tatarischen Sprache 1500 Mark und Hrn. Stumpf zu phonographischen Aufnahmen griechischer Dialekte und Gesänge weiter 212 Mark 10 Pfennige bewilligt.

Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Von C. Correns.

I. Einleitung.

Die Untersuchungen des letzten Jahrzehntes haben gelehrt, daß die Geschlechtsbestimmung getrenntgeschlechtiger Arten zumeist so erfolgt: Das eine Geschlecht, meist das weibliche, bildet einerlei Keimzellen mit derselben, bestimmten Geschlechtstendenz[1], es ist homogametisch (R. Hertwig). Das andere Geschlecht, meist das männliche, bringt zweierlei Keimzellen hervor, die sich irgendwie, in der Art oder in der Stärke ihrer ebenfalls bestimmten Geschlechtstendenz unterscheiden; es ist heterogametisch. Von diesen Keimzellen läßt die eine Sorte nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen Geschlechtes unverändert, so daß wieder Individuen des homogametischen Geschlechtes entstehen. Die zweite Sorte ändert dagegen nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen (homogametischen) Geschlechtes so ab, daß Individuen des eigenen heterogametischen Geschlechtes hervorgehen. Wie das im einzelnen geschieht, ist für uns hier belanglos. Wir können, ohne uns auf irgendeine Theorie festzulegen, die eine Sorte Keimzellen »Männchenbestimmer«, die andere »Weibchenbestimmer« nennen.

Diese »genotypische« Form der Geschlechtsbestimmung findet sich in beiden Organismenreichen. Für das Tierreich brachten die zytologischen Untersuchungen über Geschlechtschromosomen und das experimentelle Studium der geschlechtsbegrenzten Vererbung den Beweis. Für das Pflanzenreich waren wir zunächst auf meine Bastardierungsversuche zwischen gemischt- und getrenntgeschlechtigen Arten angewiesen. Jetzt haben auch die Versuche anderer ein entsprechendes Resultat gegeben, vor allem bei *Melandrium*, wo G. H. Shull unter andern

[1] Nicht nur in dem getrenntgeschlechtigen Organismus, sondern auch in seinen Keimzellen sind stets die Anlagen (Potenzen) beider Geschlechter vorhanden. Dadurch, daß die Anlagen für das eine Geschlecht entfaltungsfähiger sind als die des andern, erhält die Keimzelle eine bestimmte Tendenz.

den ersten und bisher einzigen, von Baur entdeckten Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung weiterverfolgt hat.

Daneben kommen einzelne Fälle andersartiger Geschlechtsbestimmung, wohl immer als besondere Anpassungen, vor. Besonders merkwürdig ist das Verhalten der *Bonellia viridis*. Hier konnte Baltzer den außerordentlich wichtigen Nachweis führen, daß fast oder ganz ausschließlich äußere Einflüsse, und zwar Ernährungsverhältnisse, entscheiden, ob eine Larve zu einem Weibchen oder zu einem Männchen wird oder mehr oder weniger zwittrig ausfällt. Die Geschlechtsbestimmung ist hier im wesentlichen oder rein epigam und »phänotypisch«. Ebenso merkwürdig ist das Verhalten des *Dinophilus apatris*, wenn dessen weibchengebendes Ei durch Verschmelzung einer größeren Eizelle mit mehreren kleineren ihresgleichen entsteht, während das männchengebende Ei aus einer Eizelle hervorgeht, die einzeln geblieben ist, und wenn es nach von Malsen (1906) von der Temperatur abhängt, ob und wieviel Eizellen (»Eikeime«) verschmelzen, so daß durch Wärme mehr Weibchen, durch Kälte mehr Männchen zu erzielen sind, als bei Zimmertemperatur entstehen.

Den gewöhnlichen Fall »genotypischer« Geschlechtsbestimmung kann man in völlige Parallele bringen mit der Rückkreuzung eines einfachsten mendelnden Bastardes, eines sogenannten Monohybriden, mit seinem rezessiven Stammelter:

	Rückkreuzung.		Geschlechtsbestimmung.	
	rezessive Sippe weiß	Bastard rot (weiß)	homogam. Geschl. weibl.	heterogam. Geschl. männl.
Keimzellbildung: je 50 Prozent Keimzellen	weiß weiß	weiß rot	weibl. weibl.	weibl. männl. (Weibchen- (Männchen- bestimmer) bestimmer)
Befruchtung: je 50 Prozent Individuen	weiß rezessive Sippe	rot (weiß) Bastard	weibl. homogam. Geschl.	männl. heterogam. Geschl.

Bei beiden Vorgängen fällt, wie man fast allgemein annimmt, die Entscheidung über das Verhalten der Keimzellen — wenn ihrer zweierlei gebildet werden — bei der Reduktionsteilung. Zumeist tritt sie folglich bei der Teilung der Spermatozyten der Tiere und der Pollenmutterzellen der höheren Pflanzen ein, wenn das weibliche Geschlecht aber heterozygotisch ist, wie bei den Schmetterlingen, bei der Eireifung. Zwingend bewiesen ist das im Tierreich für jene Fälle,

wo deutlich erkennbare Geschlechtschromosomen vorhanden sind. Im Pflanzenreich, wo solche bisher stets vergeblich gesucht wurden, ist man auf den Analogieschluß angewiesen, wenn nicht Versuche, wie sie Strasburger bei *Helodea* eingeleitet, aber nicht vollendet hat, den Beweis bringen, oder Beobachtungen, wie sie wieder Strasburger an *Sphaerocarpus terrestris* gemacht hat, als solcher angesehen werden können.

Erfolgt die Entscheidung wirklich bei einer Kernteilung, so müssen die beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes, wie die eines einfachsten mendelnden Bastardes, in genau gleicher Zahl, also im Verhältnis 1 : 1, entstehen. Danach wäre zu erwarten, daß bei getrenntgeschlechtigen Wesen auch die beiderlei Geschlechter im selben Verhältnis 1 : 1 gebildet würden — wie bei der Rückkreuzung eines mendelnden Bastardes mit seinem rezessiven Elter auf ein Individuum mit dem rezessiven Merkmal durchschnittlich ein Individuum mit dem dominierenden oder dem Bastardmerkmal kommt. In dem Schema auf S. 686 ist das bereits angenommen.

Dieses durch den eigentlichen Geschlechtsbestimmungsmechanismus gegebene Verhältnis der Geschlechter könnte man das »primäre« oder »ideale« nennen, wenn diese Ausdrücke nicht schon in anderem Sinne gebraucht worden wären (für das Verhältnis der künftigen Männchen und Weibchen unter den eben befruchteten Eizellen). In Ermanglung einer besseren Bezeichnung wollen wir es fernerhin als das mechanische Geschlechtsverhältnis bezeichnen.

In Wirklichkeit zeigt sich dieses mechanische Geschlechtsverhältnis nicht oder höchstens zufällig und annäherungsweise. Fast immer überwiegt, sobald wir die Geschlechter unterscheiden können, das eine oder das andere deutlich, oft sehr auffällig. Wir wollen es im folgenden das prävalente Geschlecht nennen.

Tier- und Pflanzenreich verhalten sich auch hierin ganz gleich. Für *Mercurialis annua* hat z. B. Heyer (1884) ein Verhältnis festgestellt: 100 ♀ zu 105.9 ♂, das wir auch beim Menschen wiederfinden; für den Hanf fand er dagegen 100 ♀ zu 86 ♂.

Das Geschlechtsverhältnis ist nun bekanntlich auch bei ein und derselben Art nicht immer das gleiche. Zunächst fällt es verschieden aus, je nach dem Entwicklungsstadium der Individuen, auf dem es festgestellt wird. Am bekanntesten ist, daß beim Menschen mehr Knaben als Mädchen geboren werden (in Mitteleuropa etwa 106 auf 100 Mädchen), daß bei den befruchteten Keimzellen das Verhältnis noch stärker zugunsten der Knaben verschoben ist (mindestens 116.4 ♂ auf 100 ♀, Auerbach 1912), daß aber vor der Geburt und bei und nach ihr mehr Knaben als Mädchen zugrunde gehen, so daß später

das Verhältnis 1 : 1 hergestellt wird, und schließlich das weibliche Geschlecht überwiegt.

Aber selbst wenn wir dieselben Entwicklungsstadien vergleichen, erhalten wir bei ein und derselben Art nicht immer dasselbe Verhältnis der beiden Geschlechter: es können sich auch Sippen derselben Art darin unterscheiden. Es sei wieder ein Beispiel vom Menschen genommen. Während für die weiße Bevölkerung der Vereinigten Staaten Nordamerikas das Zahlenverhältnis der Geburten annähernd das gleiche ist wie in Mitteleuropa, also etwa 100 ♀ zu 106 ♂, überwiegt (nach Newcomb, 1904, S. 8) bei der farbigen Bevölkerung deutlich das weibliche Geschlecht. — Ja, es kommt offenbar vor, daß in derselben Sippe Individuen sich nur dadurch von anderen, ihnen sonst gleichen unterscheiden, daß sie ein anderes Geschlechtsverhältnis geben (S. 699).

Endlich hat die Statistik die Abhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses von mancherlei anderen Einflüssen bewiesen oder behauptet. Beim Menschen ist es z. B. bei den älteren Erstgebärenden noch stärker zugunsten der Knaben verschoben, während umgekehrt bei den unehelichen Geburten die Mädchen zahlreicher als sonst sein sollen[1].

Man hat nun diese tatsächlich vorhandenen, oft sehr auffälligen Abweichungen der Geschlechter vom Verhältnis 1 : 1 mehrfach gegen die Richtigkeit der modernen Auffassung der Geschlechtsbestimmung, wie wir sie oben kennen gelernt haben, ins Feld geführt (de Meijere, 1911, S. 723, Brunneli, 1915, S. 40 usw.)[2]. Natürlich erfordern sie auch eine Erklärung. Schon in meiner ersten einschlägigen Veröffentlichung habe ich aber darauf hingewiesen (1907, S. 53), daß auch bei mendelnden Bastarden ganz auffällige Abweichungen der tatsächlich beobachtbaren Zahlen von den theoretisch zu fordernden vorkommen, und daß das dann auf einer größeren Eignung der einen Art von Keimzellen zur Befruchtung beruht. Mit anderen Worten: es kann eine Konkurrenz zwischen den verschiedenen Keimzellsorten stattfinden, die sich dann nicht nur in ihrer Anlagengarnitur für den Embryo und die daraus erwachsende Pflanze unterscheiden, sondern auch in ihrem physiologischen, die Befruchtung ermöglichenden Verhalten. Bei einem einfachsten spaltenden Bastard zwischen zwei Sippen höherer Pflanzen könnte z. B. die eine Sorte Pollenkörner ihre

[1] Zahlreiche solche Angaben findet man bei Düsing (1884), Newcomb (1904) bis zu Vaerting (1917).

[2] Ich weiß nicht, ob schon für die klassischsten Objekte für Geschlechtschromosomen, *Protenor*, *Lygaeus* usw., das Geschlechtsverhältnis festgestellt worden ist. Es wäre von Interesse, besonders wenn es vom mechanischen Verhältnis stärker abwiche.

Keimschläuche durchschnittlich etwas rascher bilden als die andere Sorte, folglich die Spermakerne durchschnittlich früher zu den Eizellen bringen und so eine bestimmte Kombination der männlichen und weiblichen Keimzellen durchschnittlich häufiger ermöglichen als andere.

Ich darf wohl nochmals auf den ersten derartigen Fall (1902, S. 159) kurz eingehen. Der gewöhnliche Mais hat glatte Körner, der Zuckermais Körner, die beim Austrocknen runzlig werden. Die Bastardkörner sind glatt. In der 2. Generation tritt Spalten ein. Gewöhnlich zeigt sich dabei das normale Verhältnis: 3 glatt zu 1 runzlig, also 75 Prozent zu 25 Prozent. Ich fand nun zwei Sippen, deren Bastard in der 2. Generation etwa 84 Prozent glatte und nur 16 Prozent runzlige Körner gab. Man hätte da zunächst denken können, die beiderlei Keimzellen mit den Anlagen für »glatt« und »runzlig« würden in einem anderen Verhältnis als dem normalen (1 : 1) gebildet. Als aber der Bastard statt mit eigenem Pollen, mit dem der rezessiven, runzelkörnigen Elternsippe bestäubt wurde, gab er ganz normal 50 Prozent glatte und 50 Prozent runzlige Körner. Hier war eben die Konkurrenz unter den Pollenkörnern ausgeschlossen: es stand nur einerlei Pollen zur Verfügung. Wurde dagegen umgekehrt die Elternsippe mit runzligen Körnern mit Pollen des Bastardes bestäubt, so waren wieder zweierlei Pollenkörner in Tätigkeit, und die Konkurrenz konnte sich geltend machen. Es traten dann auch in der Tat zu wenig, statt 50 Prozent nur 42 Prozent, runzlige Körner auf.

Wichtig ist, daß sich in diesem Falle also zwingend zeigen ließ, daß beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet wurden, daß sich also die Konkurrenz unter ihnen erst sehr spät, sozusagen im letzten möglichen Augenblick, geltend machte. So gut wie die Keimzellsorte mit der Anlage für eine bestimmte Ausbildung der Früchte eines Maisbastardes könnte aber auch die eine Sorte Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes funktionstauglicher sein als die andere. Später haben dann Schleip (1912, S. 306) und Fritz Lenz (1912, S. 569) in sinnreicher Weise die Chromatinmenge mit dem Geschlechtsverhältnis in Verbindung gesetzt und so die Bevorzugung der einen Sorte Keimzellen auch wirklich zu erklären versucht. Die mit dem Geschlechtschromosom beschwerten Spermien (die Weibchenbestimmer) sollten weniger beweglich und deshalb weniger erfolgreich sein, als die ohne Geschlechtschromosom (die Männchenbestimmer). Diese Annahme kann natürlich nur auf einen Teil der Fälle angewendet werden. Sie versagt, wenn bei einem Männchenüberschuß das weibliche Geschlecht heterogametisch ist, also nur eine Art Spermien gebildet werden (Schmetterlinge), ferner, wenn das männliche Geschlecht zwar heterogametisch ist, aber das

weibliche in der Überzahl auftritt; endlich überall da, wo die Heterogametie ohne erkennbare Unterschiede in den Chromosomengarnituren auftritt, z. B. im ganzen Pflanzenreich.

Das Gegenstück dazu, daß die beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet werden, sich aber in ihrem physiologischen Verhalten unterscheiden, sind jene nur aus dem Tierreich bekannten Fälle, wo von den zwei in genau gleicher Zahl angelegten männlichen Keimzellen die eine Sorte zugrunde geht oder ganz funktionslos wird. Ich brauche hierfür nur auf Boveris und Schleips Untersuchungen an *Angiostoma* (*Rhabdonema*) *nigrovenosum* hinzuweisen, wo bei der geschlechtlichen Generation die eine Sorte Spermatozoen (die Männchenbestimmer ohne Geschlechtschromosom) nicht funktioniert, die andere Sorte die als Zwitter ausgebildeten Weibchen der ungeschlechtlichen Generation gibt.

Zwischen diesen Extremen können alle möglichen Übergänge gedacht werden. Es könnte nur ein Teil der einen Sorte Keimzellen zugrunde gehen oder bei der einen Sorte ein größerer Teil als bei der anderen.

Außer durch die Konkurrenz unter den Keimzellen des heterogametischen Geschlechts und durch den teilweisen oder ganzen Ausfall der einen Sorte Keimzellen könnte die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis auch durch eine mehr oder weniger weitgehende Änderung der Tendenz der Keimzellen, entweder nur in ihrer Stärke (Valenz), oder auch in ihrer Art, verursacht sein. So weist Schleip (1912, S. 306) darauf hin, daß das den weibchenbestimmenden Spermien zukommende Mehr an x-Substanz (der Geschlechtschromosomen) zuweilen unter dem Einfluß gewisser stets vorhandener äußerer Bedingungen seine Wirksamkeit verlieren könnte, oder daß dasselbe mit dem entsprechenden Chromatinbestandteil im Ei geschehen könnte, so daß ein Männchen entstehe, obwohl das befruchtende Spermium ursprünglich ein weibchenbestimmendes gewesen wäre.

Ein verschiedenes Geschlechtsverhältnis kann natürlich auch dann herauskommen, wenn wir in einem Elternpaar A + B das eine Elter, z. B. B, durch ein Individuum C ersetzen, das eine andere Geschlechtstendenz besitzt. Einen solchen Erfolg haben schon meine Bastardierungen mit der getrenntgeschlechtigen *Bryonia dioica* und der gemischtgeschlechtigen *B. alba* und die Versuche mit der gynodiözischen (also aus Zwittern und Weibchen bestehenden) *Plantago lanceolata* gehabt. Er ist auch von R. Hertwig bei der Kreuzung zwischen Fröschen von verschiedenen Lokalitäten erzielt worden, und vor allem hat

R. Goldschmidt bei *Limantria dispar* eine ganz besonders auffällige Wirkung an sich verschiedener und verschieden starker »Geschlechtspotenzen« nachgewiesen und untersucht (zuletzt 1916, S. 53).

Die Zahl der Möglichkeiten ist so groß, daß man nach einer übersichtlichen Einteilung suchen muß. Wir könnten die bekannte Terminologie, die V. Häcker für die Geschlechtsbestimmung überhaupt geprägt hat, auch hier verwenden und sagen: Die Ursachen der Verschiebung des mechanischen Geschlechtsverhältnisses 1 : 1 können entweder schon progam wirken (wenn z. B. die eine Art Keimzellen ganz oder teilweise zugrunde geht), oder syngam (wenn die eine Art Keimzellen bei der Befruchtung im Vorteil ist), oder epigam, besser metagam (wenn z. B. die Individuen des einen Geschlechts weniger resistent sind als die des anderen). Es können endlich auch Kombinationen dieser verschiedenen Möglichkeiten eintreten.

Vielleicht ist aber die folgende Einteilung besser. Wir verstehen dabei unter Potenzen mit Driesch und Klebs die Gesamtheit dessen, was die Keimzelle und der Organismus unter den verschiedenen äußeren Bedingungen hervorbringen kann (Anlagen und Entfaltungsmechanismus), unter Tendenz jenen Teil der Potenzen, der entfaltungsfähig oder im Begriff ist, entfaltet zu werden, unter Valenz endlich die Stärke der Tendenz, also den Grad der Überlegenheit der entfaltungsfähigen oder sich entfaltenden Potenzen den übrigen gegenüber. Dann können wir sagen: Das Geschlechtsverhältnis könnte verschoben werden:

I. durch den Ersatz eines Elters im Elternpaar (A + B) durch ein anderes Individuum (C) mit anderen Potenzen oder anderer Tendenz oder anderer Valenz:

II. bei gleichbleibenden Eltern und damit gleichbleibenden Potenzen durch die Veränderungen der äußeren Bedingungen. Sie bewirken:

A. eine Änderung der Tendenz schon bei den Keimzellen oder erst bei den aus ihrer Vereinigung entstehenden Zygoten (den neuen Individuen), indem z. B. die Entfaltung der zunächst geförderten männlichen Potenzen verhindert und die bisher unterdrückten weiblichen Potenzen entfaltungsfähig werden;

B. eine Änderung der Valenz bei den Keimzellen, indem z. B. die Tendenz einer Keimzelle, die sich sonst nach der Befruchtung neben der entgegengesetzten Tendenz der anderen Keimzelle nicht hätte durchsetzen können, so viel stärker wird, daß nun sie zur Entfaltung kommt:

C. eine Verschiebung der an sich verschiedenen Chancen schon der beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechts oder erst der beiderlei Zygoten (Individuen), ohne Änderung der Tendenz und Valenz. Dabei können die Keimzellen des heterogametischen Geschlechts entweder direkt oder indirekt (durch Beeinflussung der Keimzellen des homogametischen Geschlechts) getroffen werden.

Auch hier werden Ursachen aus den verschiedenen Gruppen zusammenwirken können, daß der Enderfolg, eine bestimmte Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis, herauskommt[1].

Wie immer sich die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis im Einzelfalle erklären mag, auffallend bleibt, daß sie so häufig, fast regelmäßig, eintritt und oft so stark ist, während merkliche Abweichungen von dem theoretischen Verhältnis beider Nachkommenschaft mendelnder Bastarde jedenfalls viel seltener sind, wenn sie auch ebenfalls bis zum völligen Verschwinden einer Individuenklasse gehen können. (Man denke an Baurs *Antirrhinum majus aureum* oder an Cuénots gelbe Mäuse.) Nicht in ihrem Grade, sondern in ihrer Häufigkeit liegt also das Charakteristische der Abweichung beim Geschlechtsverhältnis. Es muß für die Reaktionen der Keimzelle irgendwie von größerer Bedeutung sein, daß sie männliche oder weibliche Geschlechtstendenz besitzt, als daß sie eine andere Anlage, sagen wir für gesägten Blattrand oder rote Blütenfarbe, überträgt.

II. Die neuen Versuche.

In jedem einzelnen Falle handelt es sich nun darum, auf experimentellem Wege nachzuweisen, welche von den verschiedenen möglichen Ursachen für das Zustandekommen des tatsächlich beobachtbaren Geschlechtsverhältnisses verantwortlich zu machen sind.

Die statistischen Erhebungen mit ihren vielfach sehr interessanten Ergebnissen können, so wichtig sie sind, doch nur die Richtung angeben, in der sich die Versuche bewegen müssen, sie nicht ersetzen. Denn sie erfassen gegebene Zustände des Materiales, deren Zustande-

[1] Noch besser wäre es wohl, die Haupteinteilung danach zu treffen, ob die Potenzen, die Tendenz, die Valenz oder keines von den dreien geändert wird, und erst in zweiter Linie zu fragen, ob die Veränderung durch den Ersatz eines Elters durch ein neues Individuum oder durch äußere Einflüsse beim selben Elternpaar bedingt wird. Es sind rein praktische Gesichtspunkte, die mich zur Aufstellung des oben gegebenen Schemas veranlaßt haben. Bei dem tiefen Stand unserer Kenntnisse über die Ursachen der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses wird sie brauchbarer sein.

kommen unbekannt oder doch ungewiß ist. Was kann nicht alles möglicherweise schuld daran sein, daß bei älteren Erstgebärenden der Knabenüberschuß noch größer ist als gewöhnlich?

Unter den Versuchen kommen hier jene nicht in Betracht, die darauf ausgehen, bei Organismen mit geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen, z. B. Rotatorien oder Daphniden, die eine oder andere Fortpflanzungweise in die Hand zu bekommen und damit dann auch die Erzeugung von Männchen zu beherrschen. Ebenso schalten wir alle Versuche aus, bei denen durch Auswechselung eines Elters gegen ein anderes Individuum mit abweichendem Verhalten der Keimzellen das Geschlechtsverhältnis verschoben wurde. Dann bleibt als sicher erfolgreicher Versuch wohl nur noch R. Hertwigs Befruchtung überreifer Froscheier übrig, bei der schließlich nur mehr Männchen entstanden, wenn die Deutung im einzelnen auch noch nicht ganz klar ist. (Auf die ebenfalls erfolgreichen Versuche von Malsens und Baltzers habe ich eingangs [S. 686] hingewiesen. Da bei ihnen wohl eine ungewöhnliche, abgeleitete Art der Geschlechtsbestimmung beeinflußt wurde, scheiden sie hier aus.) Von den übrigen Angaben aber, daß es gelungen sei, in den Mechanismus der Geschlechtsbestimmung einzugreifen, hat bis jetzt keiner der kritischen Prüfung (durch Heyer, Strasburger, Cuénot, O. Schultze, Sprecher und andere) standgehalten, so zahlreich und so bestimmt sie auch seit alter Zeit gemacht worden sind. Mit den nachfolgenden Untersuchungen werden diese Bemühungen wieder aufgenommen, nachdem theoretische Überlegungen, die an den schon erwähnten Maisversuch (S. 688) anknüpften, einen Erfolg nicht unmöglich erscheinen ließen.

Kommt die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis durch die Konkurrenz unter den zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes zustande, so muß sich eine Verschiebung des Verhältnisses erreichen lassen, wenn es gelingt, diese Konkurrenz herabzusetzen oder zu verschärfen.

Der einfachste Fall wäre, wenn die fertigen Keimzellen zwar noch alle befruchtungstauglich wären, die eine Sorte sich aber etwas im Vorteil befände, wenn also ein ganz ähnliches Verhalten vorläge, wie wir es oben für einen bestimmten Bastard zwischen zwei Maisrassen kennengelernt haben. Dann müßte sich je nach dem Zahlenverhältnis, in dem die Keimzellen des homogametischen Geschlechtes mit denen des heterogametischen zusammengebracht werden, das Geschlechtsverhältnis ändern. Und zwar müßte das »prävalente« Geschlecht, das so wie so schon in der Überzahl ist, bei Steigerung der Konkurrenz noch mehr in den Vorteil kommen: bei ihrer Herabsetzung müßte auch sein Vorteil mehr und mehr ausgeglichen werden.

Nehmen wir den gewöhnlichen Fall an, daß das weibliche Geschlecht homogametisch, das männliche heterogametisch ist, und wählen wir eine höhere Pflanze als Versuchsobjekt. Dann würde also das Verhältnis zwischen der Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen (mit je einer Eizelle) im Fruchtknoten und der Zahl der Pollenkörner (mit je einer generativen Zelle und je zwei Spermakernen), die auf die Narbe kommen, von Einfluß sein. Sind soviel Samenanlagen vorhanden, als Pollenkörner geboten werden, oder mehr Samenanlagen, so ist die Konkurrenz um die Eizellen soweit als möglich ausgeschaltet. Das dann beobachtbare Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft muß sich dem mechanischen nähern oder ihm sogar entsprechen, wenn eine Konkurrenz, wie wir sie angenommen haben, die einzige Ursache der Abweichung war. Wird umgekehrt ein Überschuß von Pollenkörnern zur Bestäubung verwendet — das Mehrfache der Zahl der Samenanlagen im Fruchtknoten, und mehr als gewöhnlich durch Insekten, Wasser oder Wind auf die Narbe gelangt —, so ist die Konkurrenz um die Samenanlagen gesteigert, und das Zahlenverhältnis der Geschlechter muß sich bei der Nachkommenschaft noch weiter vom mechanischen Verhältnis entfernen, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen tut.

Es ist vielleicht nicht ganz überflüssig, die Wirkung der Konkurrenz noch an einem fingierten Zahlenbeispiel zu zeigen. Wir nehmen an, die eine Sorte Pollenkörner ist imstande, durchgehends rascher wachsende Schläuche zu bilden (also die befruchtenden Spermakerne rascher zu den Samenanlagen zu befördern), und zwar sollen ihre Schläuche in der Stunde 1 mm, die Schläuche der anderen Sorte Pollenkörner nur 0.9 mm zurücklegen. Beiderlei Sorten Pollenkörner sind so gut als irgend möglich (schon durch ihre Bildungsweise) gemischt und alle übrigen Bedingungen völlig gleich. Der Weg von der Stelle der Narbe, wo die Pollenkörner zum Keimen kommen, bis zu den Eizellen in den Samenanlagen des Fruchtknotens betrage 15 mm, und es seien im Fruchtknoten 250 Samenanlagen vorhanden. Werden nun ebensoviel taugliche Pollenkörner (also 250) oder weniger zur Bestäubung benutzt, so ist der Unterschied in der Schnelligkeit der Schlauchbildung zwischen den beiden auf der Narbe in gleicher Zahl vorhandenen Pollensorten belanglos. Auch die langsameren Schläuche kommen, freilich mit einer Verspätung von etwa 2 Stunden, zum Ziel. Anders, wenn die Zahl der tauglichen Pollenkörner größer ist als die der Samenanlagen. Ist sie zweimal so groß oder noch größer, so kommen von den 500 oder mehr Körnern nur jene mit schneller wachsenden Schläuchen zur Befruchtung. Bei Pollenkornzahlen, die zwischen 250 und 500 liegen, können sich beide Sorten beteiligen, je größer die Pollen-

menge aber wird, desto geringer wird die Zahl der Körner mit langsam wachsenden Schläuchen, die befruchten können.

Als Extreme würden sich auf der einen Seite, bei weniger als 250 Pollenkörnern, gleichviel männliche und weibliche Nachkommen ergeben, auf der andern Seite, bei mehr als 500 Pollenkörnern, ausschließlich weibliche.

Hierbei haben wir stillschweigend angenommen, daß die beiderlei Pollenkörner sich durch die Schnelligkeit der Schlauchbildung oder des Schlauchwachstums scharf unterscheiden und an derselben Stelle der Narbe, also gleich weit vom Ziele der Pollenschläuche, zum Keimen kommen. Es bleibt sich aber auch alles gleich, wenn sie in verschiedener Entfernung vom Ziele angebracht, z. B. über die ganze Länge einer fadenförmigen Narbe verteilt werden, sobald nur eine genügend große Zahl aufgetragen wird, oder die Zahl der Versuche genügend hoch ist. Es bestimmt dann nur der Zufall die Verteilung der beiderlei Körner; diese selbst sind schon, wie bereits betont, gut genug durcheinander gemischt. Ebenso bleibt alles gleich, wenn die Schnelligkeit, mit der die Pollenschläuche wachsen, bei jeder Sorte schwankt, so daß, um bei unserem Beispiel zu bleiben, 1.0 und 0.9 mm nur Mittelwerte sind, solange die Variationsbreite im Verhältnis zur Differenz nicht zu groß und die Pollenmenge nicht zu klein ist. Wird die Breite zu groß und die Menge zu klein, so können die schneller wachsenden Schläuche der langsameren Pollensorte die langsamer wachsenden der schnelleren Sorte überholen, wie bei dem weiter oben ins Auge gefaßten Fall bei zu großen Schwankungen in der Entfernung der Pollenkörner vom Ziel und zu geringer Zahl der Körner der Vorteil des rascheren Wachstums durch die Ungunst der Lage des Ausgangspunktes aufgehoben sein kann.

Ebenso wäre es anders, wenn sich die Schläuche der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Pollenkörner nicht bloß durch die Schnelligkeit ihres Vordringens, sondern auch dadurch unterschieden, daß die eine Sorte nicht so lang werden könnte als die andere, oder daß die Zeit, die den wachsenden Schläuchen zur Verfügung steht, für die eine Sorte nicht mehr immer ausreichte.

Von solchen naheliegenden Überlegungen ausgehend, habe ich eine Anzahl Versuche begonnen, von denen einer bereits ein positives Ergebnis geliefert hat. Zwar hat sich auch bei ihm erst etwas mehr als die Hälfte der Versuchspflanzen nach ihrem Geschlecht bestimmen lassen; trotzdem sind die Zahlen schon genügend groß für einen zwingenden Schluß, und da es fraglich ist, wieviel von den nicht blühenden Rosetten den Winter überstehen werden, teile ich ihn bereits jetzt mit.

Als Versuchsobjekte wurden *Melandrium album* und *M. rubrum* gewählt, vor allem, weil der Fruchtknoten hier eine relativ sehr große Zahl von Samenanlagen, etwa zwischen 300 und 500, enthält, was in mehrfacher Hinsicht Vorteile bietet gegenüber den anderen, sonst so häufig zu ähnlichen Versuchen verwendeten Objekten, wie dem Hanf mit je einer und *Mercurialis annua* mit je zwei Samenanlagen im Fruchtknoten. Dadurch ist man bei *Melandrium* eher in der Lage, die Pollenmenge im Verhältnis zur Zahl der Samenanlagen abzustufen, nachdem die Pollenkörner nun einmal wegen ihrer geringen Größe nicht wohl in abgezählten Mengen auf die Narben gebracht werden können. Daß jede Bestäubung gleich eine größere Zahl Nachkommen gibt, erleichtert außerdem vergleichende Versuche, bei denen alle übrigen Bedingungen, von einer Variabeln abgesehen, möglichst gleich zu gestalten sind. Denn je weniger Bestäubungen schon die zur Entscheidung nötige Zahl von Nachkommen geben, desto eher fallen die Bedingungen bei den einzelnen Bestäubungen gleich aus. Vorteilhaft ist auch die Insektenblütigkeit, die die Isolierung der Versuchspflanzen erleichtert. Endlich war mir die Behandlung durch andere Versuche, die zum Teil schon mehr als 15 Jahre zurückliegen (1905, S. 255), vertraut.

Seit Girou de Buzareingues am Ende der 20er Jahre des verflossenen Jahrhunderts mit *Melandrium* experimentierte, hat es wiederholt zu Versuchen über Probleme der Geschlechtsbestimmung gedient, so Hoffmann (1871), Heyer (1884), vor allem aber wiederholt Strasburger (1900, 1910), und zuletzt ganz besonders (seit 1910) G. H. Shull. Sogar unsere besondere Frage, der Einfluß einer Bestäubung mit viel und mit wenig Pollen, ist hier schon von Strasburger (1900, S. 764) geprüft worden, freilich nicht von unserem Gesichtspunkt aus, indem er einerseits den Pollen sämtlicher Antheren einer Blüte und anderseits den Pollen eines einzigen Staubfadens verwendete. Er erhielt im ersten Falle 120 Männchen und 152 Weibchen, im zweiten 116 Männchen und 146 Weibchen, also beide Male genau gleichviel Männchen, nämlich 44 Prozent[1]. Ob dieselbe Mutterpflanze und derselbe Pollenlieferant verwendet wurden, wird nicht angegeben. Ein zweiter Bestäubungsversuch mit dem Pollen aus je einer einzigen Anthere gab

[1] Im folgenden wird das Zahlenverhältnis der ♂ und ♀ in Prozenten der Gesamtzahl angegeben. Die übliche Methode, die Zahl des einen Geschlechtes gleich 100 zu setzen, ist, wie Johannsen (1909, S. 95, Anm., 1913, S. 207, Anm.) mit vollem Recht hervorgehoben hat, für die Rechnung unbequem und sogar irreführend, weil die Gesamtzahl ja für jedes Verhältnis eine andere wird. Die geringen Vorteile verschwinden zudem, wenn, wie gewöhnlich, bald die Zahl der ♂, bald die der ♀ gleich 100 gesetzt wird — fast immer die des in geringerer Menge vorhandenen Geschlechtes.

166 Männchen auf 169 Weibchen, also auffallend viel Männchen, 50 Prozent. Die Antheren waren teils ganz reif, teils unreif gewesen, ohne daß das einen Einfluß gehabt hätte. Die sechs Kapseln, deren Inhalt getrennt ausgesät worden war, hatten in Prozent 43, 57, 54 (reifer Pollen) und 49, 45, 47 (unreifer Pollen) Männchen hervorgebracht. Es fehlt der Kontrollversuch mit reichlicherer Bestäubung, so daß dahingestellt bleiben muß, ob hier wirklich ein Erfolg erzielt wurde. Bei einem dritten Versuch (1910, S. 446) wurde zu anderem Zwecke die Bestäubung mit noch weniger Pollen ausgeführt, nämlich mit Antherenscheibchen, von denen jedes nach Strasburger 150 bis 200 Pollenkörner enthalten haben mochte. Dabei entstanden aus 15 Früchten 376 Männchen und 659 Weibchen, also auffallend wenig Männchen, 36.3 Prozent. Auch hier fehlt ein Kontrollversuch, mit viel Pollen und den gleichen Eltern. Der letzte Versuch war mit *Melandrium rubrum*, die früheren mit *Melandrium album* ausgeführt worden.

Zunächst wollen wir einige Angaben zusammenstellen, die von den verschiedenen Forschern für das Geschlechtsverhältnis bei *Melandrium* gemacht worden sind, bis herab auf G. H. Shull, dessen Ergebnisse besonders besprochen werden müssen[1].

Aus der Tabelle 1 geht ohne weiteres hervor, daß zwar die verschiedenen Autoren zum Teil recht verschiedene Verhältnisse gefunden haben, daß aber derselbe Autor oft unter sich recht ähnliche Verhältnisse feststellen konnte. Am auffallendsten ist das bei den Zählungen Strasburgers, der bei 10662 Pflanzen aus der Umgebung Bonns 43.84 Prozent Männchen und bei seinen 11904 Versuchspflanzen — wenn man sie, wie ich getan habe, alle zusammenrechnet[2] — 43.75 Prozent Männchen gefunden hat. Die Differenz (0.09 Prozent) ist geringer als ihr mittlerer Fehler (±0.56).

Die Unterschiede, z. B. die auffällig hohe Prozentzahl der Männchen bei den Versuchen Girou de Buzareingues müssen in inneren Verschiedenheiten des Materiales begründet sein[3], wie sie ja längst, z. B. für den Hanf, bekannt sind, die Übereinstimmung darin, daß die For-

---

[1] Der mittlere Fehler (m) ist nur berechnet worden, wenn die Gesamtzahl größer als 1000 ist. Ob der Autor mit *Melandrium album* oder *rubrum* oder beiden gearbeitet hat, ist nicht immer ersichtlich. Beide Arten sind, wo die Gelegenheit zur Bastardierung fehlt, bei uns ganz scharf verschieden. Der Vermutung Strasburgers gegenüber, daß sie verschiedene Geschlechtsverhältnisse hätten, ist zuzugeben, daß der von ihm (1900 und 1910) beobachtete Unterschied kaum noch zufälliger Natur ist, aber zu betonen, daß, wie wir gleich sehen werden, die Unterschiede innerhalb jeder Art noch größer sein können.

[2] Einige wenige Versuche, die nur sehr kleine Zahlen gegeben hatten, sind in der Tabelle und deshalb auch beim Zusammenzählen weggelassen worden.

[3] Wenn Girous Folgerungen auch einer modernen Kritik nicht standhalten, sind seine Zahlenangaben doch wohl verwendbar.

Tabelle 1.

Beobachter	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	m in Prozenten	Bezeichnung der Versuchspflanzen
Giroy de Buzareingues						
1831	1151	522	629	*54.6*	1.47	*Lychnis dioica*
1833	2160	1088	1072	*49.6*	1.08	
H. Hoffmann 1871. 1	764	412	352	*46*	—	*M. album (Lychnis vespertina)*
2	891	494	397	*45*	—	
3	173	114	59	*33*	—	
Heyer 1884.						
1. (ein Weibchen)	630	304	326	*52*	—	*L. dioica*
2. (mehrere Weibchen)	1777	1020	757	*42.6*	1.17	
Strasburger 1900.						
1. Im Freien. S. 728:	10662	5989	4673	*43.84*	0.48	*M. album*
2. Versuchspflanzen:						
S. 724	315	173	142	*45*	—	*M. rubrum*
	331	187	144	*44*	—	» *album*
S. 730	3645	2041	1604	*44.0*	0.82	»
	612	336	276	*45*	—	
	577	337	240	*42*	—	
S. 758	645	369	276	*43*	—	
S. 759	1480	830	650	*44*	1.29	
S. 760	2000	1140	860	*43.0*	1.11	» »
S. 762	970	551	419	*43*	—	» »
S. 763	321	186	135	*42*	—	» »
S. 763	141	79	62	*44*	—	» *alb. + rubr.*
S. 764	272	152	120	*44*	—	» *album*
	260	146	114	*44*	—	» »
	335	169	166	*50*	—	» »
Alle Versuche zusammen	11904	6696	5208	*43.75*	0.45	
Mendel (Correns 1905: S. 241)	203	151	52	*26*	—	» *alb. + rubr.*
Strasburger 1910.						
S. 448. 1. Vers.-Pfl.	1035	659	376	*36.3*	1.49	» *rubrum*
2. » »	184	107	77	*42*	—	» »

scher für die verschiedenen Feststellungen Material derselben Herkunft benutzt haben, das deshalb annähernd homogen war.

Als Shull (1910, S. 122) alle seine 11197 in Coldspring Harbour gezogenen Versuchspflanzen — wohl vielfach hybride Zwischenformen von *Melandrium album* und *rubrum* — zusammenfaßte, bekam er ein Geschlechtsverhältnis (6366 ♀ : 4831 ♂), das mit seinen 43.13 Prozent ♂ gut zu dem Strasburgers stimmte. (Der mittlere Fehler der Differenz ist wenig von ihr verschieden.) Es war aber durch die Auszählung von 135 Familien gewonnen worden, die, aus durchschnittlich je 83 Pflanzen bestehend, (nach der a. a. O. S. 120 reproduzierten Kurve) zwischen 10 und 100 Prozent Männchen aufwiesen. In einer späteren

Veröffentlichung (1914) gibt Shull für viel größere Familien besonders stark abweichende Zahlen an: unter 1097 Individuen bestimmter Herkunft waren nur zwei Weibchen (a. a. O. S. 275), ein andermal unter 1656 nur 12 (a. a. O. S. 277). Er fand aber auch 401 ♂ zu 399 ♀ (a. a. O. S. 281) und 1911 ♂ zu 1861 ♀ (a. a. O. S. 285), also etwa gleichviel Männchen und Weibchen, und schließlich, in kleineren Familien von 95, 96 und 85 Individuen, lauter Weibchen. Diese Abweichungen können nicht mehr zufälliger Natur sein, auch kaum durch unbekannte äußere Einflüsse bedingt: es müssen innere, genotypische Unterschiede vorliegen.

Mich hatte seinerzeit gleich das Resultat meines ersten Versuches (1905, S. 255), 92 ♀ zu 9 ♂, sehr überrascht und in den Jahren 1906 bis 1908 zu einer Anzahl Versuchen über die Erblichkeit solcher Unterschiede im Geschlechtsverhältnis veranlaßt. Zunächst sollten von einigen wenigen Paaren des *Melandrium album*, die deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft gezeigt hatten, noch möglichst viel weitere Nachkommen aufgezogen werden. Bei den mir damals zur Verfügung stehenden Mitteln blieben die Zahlen zu klein, sprachen aber doch für genotypische Unterschiede. Ich verzichte hier auf ihre Wiedergabe, da inzwischen ja, wie wir eben sahen, Shull viel größere Zahlen veröffentlicht hat, die zu demselben Schluß berechtigen.

Die Fragestellung ist ja nicht neu gewesen; schon Heyer (1884, S. 138) hatte Versuche darüber angestellt, »ob jede einzelne ♀-Pflanze der *Mercurialis annua* das Bestreben habe, die beiden Geschlechter dem gesetzlichen Verhalten entsprechend, zu erzeugen«, und diese Frage dann freilich bejaht[1].

Jedenfalls war aus diesen Ergebnissen für die neuen Versuche zu folgern, daß nur die Nachkommenschaften derselben Eltern untereinander verglichen werden dürfen. Außerdem waren aber auch bei allen Bestäubungen die Bedingungen so gleich wie nur möglich zu gestalten, bis auf die eine Variable, deren Wirkung verglichen werden sollte, also die Pollenmenge.

Für die neuen Versuche wurden vier Weibchen verschiedener Herkunft, 15d (reines *Melandrium album*), 21a III (reines *M. rubrum*), 22b III (*M. rubrum* + *album*, F 1), 25b I (*M. album* + *rubrum*, F 1), und ein Männchen, 22a III (Bruder des Weibchens 22b III, also auch *M. rubrum* + *album*, F 1), verwendet. Die Weibchen standen in einem Abteil eines Gewächshauses beisammen, das Männchen in einem Abteil eines andern Hauses für sich allein. Die Lüftungen waren mit Drahtgaze

[1] Eine Arbeit Yampolskys: Observations on inheritance of sex ratios in *Mercurialis annua* (Mem. New York. Bot. Gard. VI. p. 69—74), habe ich nur angezeigt gesehen.

geschützt. Diese Isolierung war völlig genügend: keine Blüte der Weibchen, die nicht absichtlich bestäubt worden war, setzte an.

Der Pollen wurde zunächst in zwei Mengen auf die Narben gebracht: die einen Blüten erhielten davon so viel als möglich, indem die Antheren von zwei oder drei ganzen männlichen Blüten möglichst gut auf den Narben abgestreift wurden; die anderen bekamen nur den Pollen einer einzelnen aufgesprungenen Anthere. Als sich dann herausstellte, daß auch so noch stets voller Samenansatz zustande kam, wurde die Pollenmenge weiter herabgesetzt, indem von den einzelnen offenen, mit fast nadelscharfer Pinzette gefaßten Antheren die Mehrzahl der Pollenkörner durch Schütteln und Blasen entfernt, und der Rest sachte auf den Narben abgestrichen wurde[1].

Nach STRASBURGER (1910, S. 447) schwankt bei *Melandrium rubrum* die Zahl der Pollenkörner in einer Antherenhälfte zwischen 1200 und 1400, mag also für die ganze Anthere etwa 2500 betragen. Ich schätze deshalb die Zahl der Pollenkörner, die zu den Bestäubungen verwendet wurden, im ersten Fall auf über 50000, im zweiten Fall auf etwa 2500, im dritten Fall auf höchstens 400 bis 500, also etwa auf den hundertsten Teil wie im ersten Falle[2]. Die Zahl der Samenanlagen gibt STRASBURGER für *Melandrium rubrum* zu etwa 300 an. Ich fand sie zum Teil beträchtlich höher: in einem speziellen Fall zählte ich in 4 normalen Fruchtknoten eines Weibchens von *M. album + rubrum* 353, 370, 381, 385 Samenanlagen, in einem hexameren Fruchtknoten eines andern Weibchens 484 (was, auf 5/6 reduziert, 405 geben würde), in einem normalen Fruchtknoten eines dritten Weibchens 283 mehr oder weniger normale und 14 deutlich anormale. Bei reinem *Melandrium rubrum* hatte ich früher (im Jahre 1909) 288, 300, 310 und in einem hexameren Fruchtknoten 348 (auf 5/6 reduziert also 290) Samenanlagen (für drei Weibchen) festgestellt.

Es konnten also dreierlei Kapseln geerntet werden, entstanden durch Bestäubung:

1. mit einem sehr großen Überschuß von Pollen (aus 20 bis 30 Antheren, etwa 50000 Körner): I. Fall, »sehr viel Pollen«;

[1] Die Pollenmengen waren so offenbar zuweilen recht ungleich groß. Die von STRASBURGER (1910, S. 447) verwendete Methode, die Narben mit Scheibchen noch nicht geöffneter Antheren zu belegen, hätte zwar gewisse Vorteile geboten, wäre aber bei den Bestäubungen mit großem Pollenüberschuß, wo sie gleichfalls hätte verwendet werden müssen, zum mindesten sehr unbequem gewesen.

[2] Der Ansatz dieser Bestäubungen bei dem Weibchen 15d, verglichen mit dem Ansatz der Bestäubungen mit sehr viel Pollen bei demselben Weibchen (vgl. Tab. 2), macht es wahrscheinlich, daß im Maximum wenig über 300 taugliche Pollenkörner auf die Narben kamen.

2. mit mäßig viel Pollen (aus einer ganzen Anthere, etwa 2500 Körner): II. Fall;
3. mit wenig Pollen (einem kleinen Bruchteil, höchstens einem Fünftel des Inhaltes einer Anthere, etwa 400 Körner und weniger): III. Fall, »wenig Pollen«.

Die Zahl der Samen in den reifen Kapseln wurde nur für die Extreme, den ersten und den dritten Fall, genau festgestellt[1]. Dabei ergab sich, daß auch im dritten Fall, bei der Verwendung von wenig Pollen, ein Ansatz erzielt worden war, der nur wenig schlechter war als der, zu dessen Hervorbringung der große Überschuß von Pollenkörnern verwendet worden war. Die nachstehende kleine Tabelle 2 gibt die Resultate dieser Zählungen. Wo zwei Zahlen, durch + verbunden, aufgeführt sind, gibt die erste die Samen an, die dem Aussehen nach sicher für keimfähig gehalten werden konnten, die zweite jene, bei denen das nicht der Fall war, weil die Samenanlagen sich zwar sehr weit entwickelt hatten, dann aber doch wohl noch stecken geblieben waren.

Tabelle 2.

♀-Versuchspflanzen	15 d		21 a III		22 b III		25 b I	
Pollenmenge	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der untersuchten Kapseln	11	12	23	56	19	46	11	12
Größte Samenzahl . . .	497+22	304+8	261+7	260	113+3	133	318+8	269
Mittlere Samenzahl . . .	379	241	206	183	75	75.5	247	239
Kleinste Samenzahl . . .	311+9	180+4	168+12	55+2	50+3	37	165+2	204+3

Die vier Weibchen unterscheiden sich nach der Tabelle deutlich durch die Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen im Fruchtknoten, auch wenn wir von dem hierin offenbar nicht normalen Weibchen 22 b III absehen. Das reine *Melandrium album* (15 d) hat die höchste, das reine *M. rubrum* (21 a III) die niedrigste Zahl, der Bastard (25 b I) steht in der Mitte.

Man sieht ferner beim Vergleich der Mittelwerte, daß sich nur bei den Fruchtknoten des Weibchens 15 d, die an Samenanlagen besonders reich waren, ein wesentlicher Unterschied im Erfolg zwischen den beiderlei Bestäubungen herausstellte; sonst genügte, wie schon angegeben, auch der wenige Pollen zu einem annähernd vollkommenen Ansatz. Auffällig sind aber die großen Unterschiede zwischen Maxi-

[1] Bei den Zählungen haben meine Assistenten, Hr. Dr. Kappert, Fräulein Dr. Lilienfeld und Fräulein L. Eissfeldt geholfen.

mum und Minimum der Samenzahl bei der Bestäubung mit einer überreichen Pollenmenge. Sie können ja nicht wie jene noch auffälligeren bei den Bestäubungen mit wenig Pollen auf Schwankungen in der verwendeten Menge zurückgeführt werden und können auch nur zum Teil auf Schwankungen in der Zahl der Samenanlagen beruhen: zum Teil muß auch der Zustand der Samenanlagen daran schuld gewesen sein.

Da nicht alle Samen ausgesät werden konnten, habe ich mich auf die mit sehr viel und auf die mit wenig Pollen erzeugten beschränkt (I. und III. Fall), später freilich bedauert, nicht auch Samen der Kapseln ausgesät zu haben, die mit dem Pollen einer ganzen Anthere erzielt worden waren (II. Fall). Auch nach dieser Beschränkung mußte noch eine weitere Auswahl stattfinden. Sie wurde aber so getroffen, daß von demselben Weibchen annähernd gleich viel Samen der einen und der anderen Erzeugungsweise ausgesät wurden. Unter den Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren, wurden dann wieder vorzüglich die samenreichsten ausgesucht und unter den mit wenig Pollen erzeugten die samenärmsten. Der Inhalt jeder Kapsel endlich wurde als besonderer Versuch behandelt.

Die Samen desselben Versuches wurden, je nach ihrer Menge, auf einen Topf mit sterilisierter Erde oder auf zwei bis drei Töpfe möglichst gleichmäßig verteilt und diese Töpfe in einem Gewächshaus so weit auseinander aufgestellt, und durch andere Aussaaten getrennt gehalten, daß die Gefahr einer Verschleppung von Samen, auf die jüngst Heribert Nilsson mit Recht nachdrücklich hingewiesen hat, sehr gering war. Die erste, am 27. Februar gemachte Aussaat umfaßte 26 Versuche (36 bis 61); als sich dann herausstellte, daß die Samen schlechter aufgingen, als ich erwartet hatte, wurde am 28. März noch der Inhalt von 17 weiteren Kapseln (Versuch 66 bis 82) ausgesät, so daß es im ganzen 43 Versuche gab.

Die Keimlinge wurden von Zeit zu Zeit herauspikiert und später ins Freiland ausgepflanzt. In der nachfolgenden Tabelle 3 ist die Zahl der Keimlinge, die Zahl der Pflanzen, die bis Ende Oktober blühten, und die Zahl der bis dahin nicht blühenden Rosetten angegeben.

Die zweite Aussaat hat durchgängig bessere Keimungsprozente gegeben, und zwar bei dem mit wenig Pollen erzeugten Saatgut verhältnismäßig noch bessere als bei dem mit sehr viel Pollen erzeugten; in der Tabelle sind die beiden Aussaaten aber der Einfachheit halber zusammengefaßt.

Der Unterschied in der Keimkraft zwischen den beiden Samenklassen (2.3 Prozent) ist so klein, daß er ein Spiel des Zufalls sein kann. Ich hatte eigentlich bei den mit viel Pollen erzeugten Samen

Tabelle 3.

♀-Versuchspflanzen	15d		21a III		22b III		25b I		zusammen	
Pollenmenge	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der Kapseln	4	8	4	7	5	7	4	4	17	26
Zahl der Samen	1769	1851	1011	1234	458	498	1087	889	4325	4466
Davon gekeimt bis 30. 9.	1198	1304	553	770	201	230	432	310	2384	2514
in Prozent	*67.7*	*69.9*	*55*	*62*	*44*	*46*	*40*	*35*	*55.13*	*57.45*
Bis 30. 9. in Blüte . . .	705	699	268	351	57	68	246	174	1276	1292
in Prozent	*40*	*38*	*27*	*28*	*12*	*14*	*23*	*19*	*29.5*	*28.9*
Rosetten am 30. 9. . . .	466	526	272	396	134	158	182	124	1054	1204
in Prozent	*26*	*29*	*27*	*32*	*29*	*32*	*17*	*14*	*24.4*	*26.9*

als Folge der Konkurrenz eine größere Keimungszahl erwartet, entsprechend dem Vorteil, den ich seinerzeit (1900, S. 432) bei *Mirabilis* beobachten konnte, je nach der Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet worden waren. Es mag aber der Nachteil, den der Ausschluß der Konkurrenz bei den mit wenig Pollen erzielten Samen hervorgerufen hat, durch ihre etwas geringere Zahl und die dadurch ermöglichte bessere Ernährung von seiten der Mutterpflanze mehr als ausgeglichen worden sein.

Die ausgepflanzten Sämlinge wurden vom 17. Juni bis 30. September jede Woche am gleichen Tage, also 16mal, revidiert und dabei die blühenden Pflanzen entfernt. Dies mußte, wie sich bald zeigte, sehr sorgfältig geschehen, denn stärkere, im Boden bleibende Wurzeln ergrünten am Licht und bildeten auffallend leicht Adventivsprosse.

Das Gesamtergebnis war[1]:

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 1276, davon 895 Weibchen und 381, also 29.86 Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 1292, davon 737 Weibchen und 555, also 42.96 Prozent Männchen.

Die Differenz der Prozentzahlen ist 13.10.

In der gewohnten Weise auf 100 Weibchen berechnet, entstanden bei reicher Bestäubung 42.57 Männchen, bei armer Bestäubung 75.28 Männchen. Die Differenz beträgt 32.71.

[1] Wir dürfen die Ergebnisse aller vier Versuchsreihen zusammenziehen, weil sich die vier Weibchen hinsichtlich des Geschlechtsverhältnisses genotypisch nicht wesentlich unterschieden, wie aus dem Folgenden noch erhellen wird.

Es fragt sich nun, ob dieser Unterschied noch im Bereich des Zufalls liegt, oder ob er wirklich durch die verschieden große zur Bestäubung verwendete Pollenmenge bedingt sein wird. Das läßt sich rechnerisch entscheiden, wobei wir uns ganz an JOHANNSENS ausgezeichnete »Elemente« halten.

Ziehen wir alle Versuche, die mit sehr viel und die mit wenig Pollen, zusammen, so erhalten wir 2568 Pflanzen, von denen 1632, also 63.55 Prozent, weiblich und 936, also 36.45 Prozent, männlich sind. σ beträgt dann 48.13 Prozent, und m (der mittlere Fehler des Mittelwertes) ist $\pm$ 0.95 Prozent. Die Versuche mit sehr viel Pollen umfaßten 1276 Pflanzen, so daß für sie also $m = \pm \frac{48.13}{\sqrt{1276}} = \pm 1.35$ Prozent ist, jene mit wenig Pollen 1292, wofür $m = \pm \frac{48.13}{\sqrt{1292}} = \pm 1.34$ Prozent wird[1].

Der mittlere Fehler jeder der beiden Versuchsreihen beträgt etwa $\pm$ 1.345 Prozent: die Abweichung ihres Mittelwertes vom Mittelwert für die Männchen aller Versuche (36.45 Prozent) dürfte also, selbst wenn wir m dreimal nehmen, höchstens $\pm$ 4 Prozent, statt $\pm$ 6.5 Prozent, betragen.

Wir können aber auch anders verfahren und den mittleren Fehler der Differenz berechnen. Wir haben dann:

Versuchsreihen	Prozent ♀	Prozent ♂	Gesamtzahl n	σ in Prozenten	$\sigma : \sqrt{n} = m$ in Prozenten
Sehr viel Pollen ...	70.14	29.86	1276	45.76	1.28
Wenig Pollen......	57.04	42.96	1292	49.50	1.38

Der mittlere Fehler der Differenz (13.1 Prozent) ist dann also $\pm\sqrt{1.28^2 + 1.38^2} = \pm 1.90$ Prozent, d. h. die Differenz ist fast 7 mal größer als ihr mittlerer Fehler[2].

Wir können also nach beiden Berechnungen völlig sicher sein, daß nicht der Zufall, sondern eine innere Verschiedenheit des Materiales den Unterschied bedingt, auch wenn wir erst dann von Sicher-

[1] Man vergleiche dazu JOHANNSENS Elemente der exakten Erblichkeitslehre, II. Aufl., Vorlesung 6, speziell die Prüfung der Verhältniszahlen der Knaben- und Mädchengeburten in der Kopenhagener Gebärstiftung, S. 106 u. f.

[2] Man vergleiche dazu wieder JOHANNSEN, a. a. O., speziell den Vergleich der Zählungen der Flossenstrahlen der Butten von Skagen und aus dem Belt, S. 101 u. f. und der lang- und kurzgriffligen Primelarten S. 108.

heit reden, wenn die Differenz 2- bis 3mal so groß ist als ihr mittlerer Fehler[1].

Statt die Gesamtzahl der Beobachtungen kritisch zu betrachten, kann man sie auch in eine Anzahl kleinerer Gruppen von Beobachtungen zerlegen und zusehen, ob sich bei diesen dasselbe Verhalten zeigt, wie bei der Gesamtzahl. Je kleiner und damit zahlreicher die Gruppen dabei sind, desto beweisender wird ein positives Ergebnis.

Ich verzichte darauf, das Resultat für jede der 16 Aufnahmen der 43 Versuche mitzuteilen, weil die einzelnen Zahlen gewöhnlich viel zu klein sind (auf die einzelne Aufnahme kommen für jeden Versuch durchschnittlich fünf Pflanzen) und begnüge mich, daraus noch drei Tabellen zusammenzustellen.

Tabelle 4 bringt die Ergebnisse zwar nach den einzelnen Zähltagen getrennt, aber jedesmal die 43 Versuche zusammengenommen. Die Zahl der Pflanzen, die an den einzelnen Tagen untersucht werden konnten, nahmen nach dem Maximum (360), das schon beim vierten Male (8./VII.) erreicht wurde, nach und nach ab und betrug zuletzt nur wenig über 20. Unter diesen Umständen muß es auffallen, daß die Versuche mit wenig Pollen ausnahmslos, auch bei den letzten, kleinsten Zählungen mehr Männchen, in Prozent berechnet, gegeben haben, und zwar, wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt, um 2 bis 37 Prozent mehr. Immer wieder überraschte mich diese Tatsache, wenn ich am Schlusse einer Aufnahme aus dem Ergebnis der Einzelversuche das Gesamtergebnis zusammenstellte.

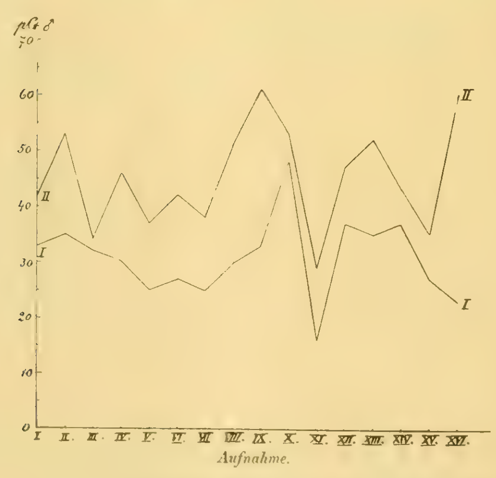
Noch deutlicher als aus der Tabelle geht das aus der nebenstehenden Figur hervor, die ihre Resultate graphisch darstellt. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Kurve der Prozentzahl der Männchen

[1] Diese Vorschrift, den Betrag des mittleren Fehlers aufs Doppelte oder Dreifache zu erhöhen, um die Grenze zu erhalten, jenseits derer die Differenz nicht mehr zufälliger Natur ist, könnte Zweifel an der Sicherheit einer derartigen Bestimmung erwecken. *m* geht aus den beobachteten Zahlen hervor; daß die Differenz aber 2- bis 3mal größer sein muß als *m*, ist doch immer noch eine Vorschrift, die bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist. Man darf aber dabei nicht vergessen, daß die kritische Behandlung des Zahlenmateriales überhaupt keine völlige Sicherheit für das Eintreten des Geschehens gibt. Wenn ich in einem Sack 999 weiße Bohnen und 1 schwarze Bohne habe, so ist es nicht unmöglich, nur äußerst unwahrscheinlich, daß ich 100mal hintereinander gerade diese schwarze Bohne aus dem Sack heraushole und daraus schließe, es wären nur schwarze Bohnen im Sacke. Sicherheit erhalte ich nur, wenn ich seinen ganzen Inhalt untersuchen kann. Ebensowenig kann rechnerische Untersuchung des Zahlenmateriales beweisen, daß nur der Zufall an einem Ergebnis schuld sei, z. B. an der Differenz zweier Bestimmungen des Geschlechtsverhältnisses, selbst wenn sie mehrmals kleiner ist als *m*. Eine gewisse Sicherheit erhält man erst dann, wenn sich das Beobachtungsmaterial stark vergrößern läßt, ohne daß die Differenz entsprechend kleiner wird.

Tabelle 4.

Alle Versuche zusammengefaßt.

Nummer der Aufnahme und Datum	I. Sehr viel Pollen Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	II. Wenig Pollen. Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	Differenz der Prozentzahlen II.—I.
1. (17. VI.)	57	38	19	*33*	76	44	32	*42*	+ 9
2. (24. VI.)	139	90	49	*35*	128	60	68	*53*	+ 18
3. (1. VII.)	179	121	58	*32*	166	109	57	*34*	+ 2
4. (8. VII.)	188	131	57	*30*	172	93	79	*46*	+ 16
5. (15. VII).	178	133	45	*25*	167	106	61	*37*	+ 12
6. (22. VII.)	150	110	40	*27*	160	93	67	*42*	+ 15
7. (29. VII.)	101	76	25	*25*	128	79	49	*38*	+ 13
8. (5. VIII.)	117	82	35	*30*	103	50	53	*51*	+ 21
9. (12. VIII.)	36	24	12	*33*	28	11	17	*61*	+ 28
10. (19. VIII.)	27	14	13	*48*	30	14	16	*53*	+ 5
11. (26. VIII.)	33	28	5	*16*	38	27	11	*29*	+ 13
12. (2. IX.)	19	12	7	*37*	34	18	16	*47*	+ 10
13. (9. IX.)	20	13	7	*35*	21	10	11	*52*	+ 17
14. (16. IX.)	8	5	3	*37*	14	8	6	*43*	+ 6
15. (23. IX.)	11	8	3	*27*	17	11	6	*35*	+ 8
16. (30. IX.)	13	10	3	*23*	10	4	6	*60*	+ 37
Zusammen . .	1276	895	381	*29.86*	1292	737	555	*42.96*	+ 13.10



Kurven der Prozentzahlen der Männchen nach der Bestäubung: I. mit sehr viel Pollen, II. mit wenig Pollen.

in den Versuchen mit sehr viel Pollen (I.) die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit wenig Pollen (II.) nirgends berührt oder gar schneidet, so stark die Prozentzahlen auch, meist gleichsinnig, von Aufnahme zu Aufnahme steigen und fallen.

Die Tabelle 4 und die Kurven sprechen fast noch eindringlicher als das Gesamtergebnis dafür, daß innere Ursachen den Unterschied der zwei Versuchsreihen bedingen. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß 16 mal hintereinander bloß der Zufall in der ersten Versuchsreihe relativ weniger Männchen gegeben hätte, ist ganz verschwindend gering ($1 : 2^{16}$ oder 1 : 65000).

In Tabelle 5 sind dann die Versuchsergebnisse nach den vier Mutterpflanzen getrennt, dagegen die einzelnen Aufnahmen teilweise in Gruppen oder, bei der Versuchspflanze 22 b III, ganz zusammengefaßt worden, um größere Zahlen zu bekommen.

Tabelle 5.

Ergebnisse, die einzelnen Weibchen getrennt aufgeführt.

A. ♀ Versuchspflanze 15 d.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1	46	31	15	*33*	71	43	28	*39*	+ 6
2	101	68	33	*33*	86	46	40	*47*	+14
3	115	74	41	*36*	100	65	35	*35*	— 1
4	112	78	34	*30*	80	44	36	*45*	+15
5	90	67	23	*26*	76	51	25	*33*	+ 7
6	74	45	29	*39*	77	44	33	*43*	+ 4
7. 8	86	62	24	*28*	104	48	56	*54*	+26
9—16	81	54	27	*33*	105	60	45	*43*	+10
Zusammen	705	479	226	*32* $m = \pm 1.8$	699	401	298	*43* $m = \pm 1.9$	+11

B. ♀ Versuchspflanze 21 a III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II.—I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	50	32	18	*36*	65	31	34	*48*	+12
4, 5	76	55	21	*28*	116	69	47	*41*	+13
6. 7	72	59	13	*18*	105	65	40	*38*	+20
8—16	70	51	19	*27*	65	34	31	*52*	+25
Zusammen	268	197	71	*26* $m = \pm 2.7$	351	199	152	*43* $m = \pm 2.6$	+17

C. ♀ Versuchspflanze 22 b III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II. — I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—16	57	43	14	25 $m = \pm 5.7$	68	44	24	35 $m = \pm 5.8$	+10

D. ♀ Versuchspflanze 25 b I.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Proz.-Zahlen II. — I.
	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	
1—3	59	42	17	29	42	26	16	38	+ 9
4. 5	68	47	21	31	49	23	26	53	+22
6—8	73	57	16	22	52	30	22	42	+20
9—16	46	30	16	35	31	14	17	55	+20
Zusammen	246	176	70	28 $m = \pm 2.9$	174	93	81	47 $m = \pm 3.8$	+19

Das Ergebnis ist das gleiche wie bei der vorigen Tabelle. Auch bei jeder einzelnen Mutterpflanze gab die erste Versuchsreihe (sehr viel Pollen) stets relativ weniger Männchen als die zweite (wenig Pollen). Das gilt auch für die einzelnen Aufnahmen und die vom Zufall gebildeten Gruppen von Aufnahmen. Nur einmal, bei A 5, kommt eine Ausnahme vor. Hier hat die Bestäubung mit sehr viel Pollen 1 Prozent mehr Männchen gegeben als die mit wenig, bei je etwa 100 Pflanzen (während m etwa ± 4.8 Prozent beträgt). Ob die Unterschiede zwischen den Differenzen bei den einzelnen Versuchspflanzen (II. — I. bei A 11, bei B 17, bei C 10, bei D 19 Prozent) zufälliger Natur sind oder auf inneren Ursachen beruhen, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Endlich sind in Tabelle 6 auch noch die Ergebnisse der einzelnen Versuche (die je einer Kapsel entsprechen) für drei Mutterpflanzen zusammengestellt. Dabei sind alle 16 Aufnahmen zusammengefaßt worden. Eine Versuchspflanze (22 b III) gab so wenig Nachkommen, insgesamt 57 und 68, daß eine Berücksichtigung der einzelnen auf sie fallenden zwölf Versuche zu kleine Zahlen (etwa zehn für jeden) gegeben hätte; sie blieb deshalb weg.

Vergleicht man die Prozentzahlen der Männchen für die einzelnen Versuche, so sieht man, daß sie bei der ersten Versuchsreihe (sehr viel Pollen) von 19 Prozent bis 42 Prozent gehen; die Medianzahl ist 32 Prozent. Bei der dritten Versuchsreihe (wenig Pollen) bewegen sie sich zwischen 31 Prozent und 57 Prozent; die Medianzahl ist 43 Prozent.

Tabelle 6.

Ergebnisse der einzelnen Kapseln.

♀ Versuchspflanze	Versuchs-Nr.	Sehr viel Pollen: Zahl der Samen	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.	Versuchs-Nr.	Wenig Pollen: Zahl der Samen	Ges.-Zahl	♀	♂	♂ Proz.
A. ♀ 15d	36	497	208	143	65	31	38	180	63	36	27	43
	37	461	184	126	58	32	39	216	71	49	22	31
	66	412	176	118	58	33	40	233	109	62	47	43
	67	396	137	92	45	33	41	234	74	45	29	39
							68	237	87	47	40	46
							69	222	94	49	45	48
							70	263	110	63	47	43
							71	272	91	50	41	46
	Zus.	1769	705	479	226	32	Zus.	1851	699	401	298	43
B. ♀ 21a III	42	261	65	49	16	25	44	172	44	29	15	34
	43	240	50	36	14	28	45	182	45	29	16	36
	72	258	86	58	28	33	46	183	30	16	14	47
	73	252	67	54	13	19	74	168	56	25	31	55
							75	168	64	40	24	38
							76	180	54	28	26	48
							77	181	58	32	26	45
	Zus.	1011	268	197	71	26	Zus.	1234	351	199	152	43
D. ♀ 25b I	56	261	37	21	16	42	59	227	31	18	13	42
	57	256	79	52	27	34	60	239	28	12	16	57
	58	252	50	39	11	22	61	229	50	27	23	48
	81	318	80	64	16	20	82	204	65	36	29	45
	Zus.	1087	246	176	70	28	Zus.	899	174	93	81	47

Die beiden Medianen liegen also um 12 Prozent auseinander. Die Variationsbreiten der beiden Reihen greifen, wie die nebenstehende Zusammenstellung (Tabelle 7) zeigt, etwas übereinander, was bei der geringen Zahl der Pflanzen in den einzelnen Versuchen nicht weiter verwunderlich ist. Bei den stärkeren Abweichungen, z. B. bei dem Versuch 56 in der I. Reihe (42 Prozent ♂) und den Versuchen 39, 44 und 45 in der II. Reihe (31, 34, 36 Prozent ♂) war die Individuenzahl nur 37, 71, 44 und 45, und der mittlere Fehler der Medianzahlen ist nur wenig kleiner (etwa 6—8 Prozent) als ihre Abweichung. Dabei soll dahingestellt bleiben, ob die Abweichungen nicht außerdem zum Teil dadurch zustande gekommen sind, daß die übrigen Versuchsbedingungen, abgesehen von der Pollenmenge, nicht ganz gleich gestaltet werden konnten.

Tabelle 7.

Prozentzahlen der ♂ der einzelnen Versuche	
	33
	32 33
Versuchsreihe I (sehr viel Pollen)	19 20 . 22 . . 25 . 28 . . 31 32 33 34 . . . . . 42 . . . .
Versuchsreihe II (wenig Pollen)	. . . . 31 . 34 . . 38 39 . 42 43 45 46 47 48 . 55 57
	43 45 46 48
	43 48
	43

III. Allgemeines.

1. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen unserer beiden Versuchsreihen ist also sicher nicht zufälliger Natur. Es kann sich höchstens noch darum handeln, ob er wirklich auf die verschiedene Menge Pollen zurückzuführen ist, oder ob eine andere Ursache daran schuld sein kann. Ich will gerne zugeben, daß die einzelnen Bestäubungen in mancher Hinsicht, z. B. nach dem Alter des Pollens und der Samenanlagen, noch gleichartiger hätten sein können. Obschon bisher (von Strasburger und anderen) kein Einfluß dieser Faktoren festgestellt werden konnte, ist es ja nicht unmöglich, daß sich bei weiteren Untersuchungen doch noch ein solcher herausstellt. Es könnten aber nach den bisherigen negativen Ergebnissen nur große Ungleichheiten bei der Versuchsausführung in Frage kommen, während wir gleiche Bedingungen anstrebten, und es sich deshalb bei unseren Versuchen nur um geringe und zufällige Ungleichheiten handeln würde. Sie hätten zudem in beiden Versuchsreihen gleichmäßig eintreffen und sich so ausgleichen müssen, da die Zahl der Einzelversuche — 17 in der ersten und 26 in der zweiten Reihe — dafür groß genug war.

Die Wirkung der zunehmenden Menge des Pollens muß auf eine weitere Begünstigung der schon im Vorteil befindlichen Pollensorte hinauslaufen, und dieser Vorteil kann kaum auf etwas anderem beruhen, als auf der Fähigkeit, schneller auszukeimen oder rascher wachsende Schläuche zu bilden. Ob dem wirklich so ist, wird sich wohl experimentell prüfen lassen; ich hoffe darauf zurückkommen zu können. Neben dieser schon früher (S. 694) erörterten direkten Wirkung der Zahl könnte auch das doch nur begrenzte Quantum Nährstoffe eine Rolle spielen, das für die Schlauchbildung der Pollenkörner in den Narben bzw. Griffeln vorhanden ist. Auch dann wären natürlich die rascher keimenden Körner und die schneller wachsenden Schläuche im Vorteil.

2. Die erzielte Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses um 13 Prozent scheint auf den ersten Blick klein zu sein, wenn wir an die Extreme denken, die gerade bei unserer Versuchspflanze gelegentlich, besonders von Shull, beobachtet worden sind, und auf die wir schon hingewiesen haben (S. 699). Wir dürfen aber nicht vergessen, daß es sich dabei um Familien handelte, in denen mindestens ein Elter, meist wohl alle beide verschieden gewesen sind, so daß jedenfalls erbliche Unterschiede eine Rolle spielten, während wir diese genotypischen Unterschiede völlig ausschlossen, um die Wirkung der einen äußeren Bedingung möglichst rein vor uns zu haben.

Warum Strasburgers entsprechende Versuche ergebnislos blieben, wie wir schon sahen (S. 696), muß dahingestellt sein, vielleicht nur, weil die Zahlen zu klein waren (272 und 262 insgesamt).

3. Wenn die Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet wurden, das Geschlechtsverhältnis beeinflußt, ist das noch deshalb besonders wichtig, weil dabei jede Änderung in der Tendenz oder Valenz der Keimzellen ausgeschlossen ist.

Solchen Änderungen haftet zur Zeit wohl noch etwas Unsicheres an, wie die Tatsache zeigt, daß R. Hertwigs schon erwähnter, allbekannter Versuch mit überreifen Froscheiern so verschiedene Deutungen erfahren konnte. Wenn man, wie wir, ohne sie auskommen kann, ist alles viel einfacher.

Unser Versuchsergebnis fordert ferner dies Vorhandensein von mindestens zweierlei verschiedenen männlichen Keimzellen. Nur dann kann ihre absolute Zahl eine Rolle spielen. Sind alle Keimzellen gleich, so kann die Konkurrenz keine Verschiedenheiten veranlassen. Es ist das ein Beweis dafür, daß das *Melandrium*-Männchen heterogametisch ist, wie es ja aus Baurs und Shulls Versuchen hervorgeht, übrigens auch schon daraus zu schließen war, daß sich bei meinem Bastardierungsversuch mit der zwittrigen *Silene viscosa* (1907, S. 32) das *Melandrium*-Weibchen als homogametisch erwies[1].

4. Wie weit sich der Einfluß des Zahlenverhältnisses, in dem männliche und weibliche Keimzellen zusammengebracht werden, auch an anderen Objekten nachweisen läßt, speziell, ob auch im Tierreich das Geschlechtsverhältnis von der Menge des Spermas abhängig ist, muß einstweilen dahingestellt bleiben. Wenn die sinnreiche Annahme Schleips und Fr. Lenz' zutrifft, daß die Beschwerung mit dem Heterochromosom die Bewegungsfähigkeit der weibchenbestimmenden Sper-

[1] Die umgekehrte Verbindung (*S. viscosa* mit *M. album* bestäubt) ist mir nie geglückt. Die Embryonen entwickeln sich zwar ziemlich weit, sterben dann aber lange vor der Samenreife ab.

mien herabsetzt und so ein Überwiegen des prävalenten männlichen Geschlechtes zustandekommt. müßte sogar ein positives Ergebnis durch Änderung der Zahl der Spermien zu erzielen sein. Vielleicht erklärt sich die von Düsing (1884, S. 294) festgestellte Wirkung stärkerer Beanspruchung bei Pferden so. Die Zahl der männlichen Fohlen nimmt zu, je mehr Stuten der Hengst gedeckt hat. Düsing sucht das durch das geringere Alter des Spermas zu erklären. Es sinkt aber mit der stärkeren Beanspruchung wohl auch seine Menge. (Die Sachlage ist dadurch kompliziert. daß beim Pferd das weibliche Geschlecht etwas im Vorteil ist. die gesteigerte Inanspruchnahme aber mehr Hengstfohlen gibt. Ich komme darauf [S. 714] kurz zurück.)

Nötig ist ein positiver Erfolg bei anderen Objekten selbstverständlich nicht. Es wird bei den Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes ja nicht überall eine Eigenschaft an der Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis schuld sein. auf die das Zahlenverhältnis von Männchenbestimmern und Weibchenbestimmern bei der Befruchtung so von Einfluß ist wie bei unseren Versuchspflanzen, wo es sich wahrscheinlich um die Schnelligkeit der Schlauchbildung handelt. Wenn z. B. schon bei der Ausbildung der Keimzellen mehr Männchenbestimmer als Weibchenbestimmer zugrunde gehen. werden später die Weibchen entsprechend überwiegen müssen: das Zahlenverhältnis, in dem die männlichen und weiblichen Keimzellen zusammengebracht werden, ist dann aber ohne Einfluß. Es bleibt sich z. B. gleich. ob 90 männchenbestimmende und 100 weibchenbestimmende Pollenkörner auf die Narbe gebracht werden, oder 900 und 1000.

Ja, der Erfolg braucht nicht einmal bei allen *Melandrium*-Sippen gleich groß zu sein. Der Unterschied zwischen den beiderlei Keimzellen, auf den die Konkurrenz wirkt und der natürlich erblich festgelegt ist. braucht ja nicht immer gleich groß auszufallen: er könnte stärker oder schwächer ausgebildet sein. auch einmal ganz fehlen, je nach der Sippe. und deshalb könnte auch die Konkurrenz stärker oder schwächer wirken oder auch einmal ganz wirkungslos sein.

5. Vergleicht man unsere zwei Verhältniszahlen, 29.86 und 42.96 Prozent Männchen. mit jenen, die andere Beobachter im Freien und in Kulturen festgestellt haben, vor allem mit den Zahlen Strasburgers und Shulls (S. 698). so fällt sofort auf. daß das mit wenig Pollen erzielte Geschlechtsverhältnis (rund 43 Prozent) dem durchschnittlichen Verhältnis von 43 bis 44 Prozent Männchen ganz auffallend entspricht, und daß das mit sehr viel Pollen erhaltene (rund 30 Prozent Männchen) stark abweicht. Das könnte den Eindruck hervorrufen, als ob nicht, wie ich von vornherein erwartet hatte, auch

die Ausschaltung, sondern nur die Steigerung der Konkurrenz unter den Pollenkörnern oder Pollenschläuchen einen Erfolg gehabt habe. Um das behaupten zu können, müßten wir aber ein »normales« Geschlechtsverhältnis für unsere einzelnen Versuchspflanzen haben: mit den Durchschnittszahlen durch ganze Populationen ist eigentlich nichts anzufangen. Tatsächlich liegen die Verhältnisse eben so, daß man überhaupt nicht mehr von einem »normalen« Geschlechtsverhältnis reden kann — auch nicht für die Nachkommen eines bestimmten Elternpaares —, sobald einmal festgestellt ist, daß äußere Bedingungen, hier die Pollenmenge, von Einfluß auf das Verhältnis sind. Bei welchem Quantum Pollen sollte es entstehen?

Man könnte sagen: bei der Menge, die in der freien Natur auf die Narben übertragen wird. Aber auch diese wird, je nach der Zahl der Besucher und ihrer Eignung zur Pollenübertragung, von Blüte zu Blüte schwanken. Ein Normalverhältnis, das wir dem Vergleich zugrunde legen könnten, käme deshalb auch nicht heraus, wenn wir die 4 Weibchen und das Männchen unserer Versuche, genügend weit von anderen Stöcken entfernt, dem Insektenbesuch frei überlassen könnten.

Man wird also aus dem Vergleich unserer Ergebnisse mit dem Durchschnittswert früherer Zählungen höchstens den Schluß ziehen dürfen, daß unsere 2. Versuchsreihe (Bestäubung mit wenig Pollen) den Bedingungen im Freien viel näher kommt, als die erste (Bestäubung mit sehr viel Pollen), falls unsere Pflanzen nicht in ihrer genotypischen Veranlagung wesentlich vom Durchschnitt abweichen, was unwahrscheinlich ist.

Es ist eine Aufgabe für später, nicht bloß mit zwei Extremen zu arbeiten, sondern verschiedene, abgestufte Pollenmengen zu verwenden und so eine Kurve der Prozentzahlen für ein bestimmtes Geschlecht zu bekommen. Aus dem Verlauf dieser Kurve wird sich dann der Einfluß der Konkurrenz genauer feststellen und sich z. B. sagen lassen, ob die Zunahme der Weibchen parallel der Zunahme der Pollenmenge geht oder rascher oder langsamer steigt, wo das Maximum der Wirkung der Konkurrenzsteigerung liegt usw.[1]. Schon eine weitere Zahl würde vielleicht einigen Aufschluß geben. Das ließ mich bedauern, daß wir nicht auch das Geschlechtsverhältnis der Nachkommen aus jenen Kapseln unserer Versuchspflanzen kennen, die mit dem Pollen je einer ganzen Anthere erzeugt worden waren.

[1] Eine solche Untersuchung wird aber sehr große Anforderungen an Zeit, Platz und Geduld stellen. Wenn man die Differenz von 13 Prozent in 13 verschiedene Stufen zerlegen wollte, die je um 1 Prozent mehr Weibchen enthielten, und wenn man das Dreifache des mittleren Fehlers als genügende Sicherheit ansehen würde, müßten für jede Stufe etwa 15000 Individuen aufgezogen werden. Die Hauptschwierigkeit liegt aber darin, daß so viel Nachkommen, als zu allen Versuchen nötig wären, nicht von einem einzigen Elternpaar erhalten werden können.

6. Wenn wir diese Fragen einstweilen auch nicht entscheiden können, eines ist schon sicher: Die Weibchenbestimmer bleiben im Vorteil, auch wenn man den weiblichen Keimzellen beiderlei Sorten männliche im günstigsten Zahlenverhältnis bietet. Trotz des Ausschlusses aller Konkurrenz tritt doch nicht das mechanische Zahlenverhältnis der Geschlechter rein auf. Es müssen also auch bei *Melandrium* beim Zustandekommen des Geschlechtsverhältnisses noch andere Faktoren mit im Spiele sein, genotypischer oder phänotypischer Art. Der Möglichkeiten sind ja viele. So könnten schon unter den auf die Narbe gebrachten tauglichen Pollenkörnern die Weibchenbestimmer in der Überzahl sein, weil mehr Männchenbestimmer während der Entwicklung zugrunde gehen oder untauglich werden. Oder es könnten die männlichen Embryonen eine geringere Resistenz besitzen usw. Dabei spielt vielleicht wieder die Konkurrenz (um die Ernährung) eine Rolle.

Es ist auch gut möglich, vielleicht wahrscheinlich, daß nicht alle Faktoren gleichsinnig wirken, sondern zum Teil gegeneinander. Dafür dürften z. B. die statistischen Angaben Düsings über das Geschlechtsverhältnis beim Pferde sprechen, wo einerseits das durchschnittliche Verhältnis etwas mehr Weibchen als Männchen aufweist (51 Prozent ♀ zu 49 Prozent ♂), anderseits, wie schon erwähnt, mit der Inanspruchnahme des Hengstes die Zahl der männlichen Fohlen zunimmt und etwas über 50 Prozent steigt. Noch deutlicher ist das beim Menschen, wo, wenigstens beim Europäer, mindestens eine Ursache auf einen Knabenüberschuß hinarbeitet, und eine andere — die größere Sterblichkeit der Knaben — auf ein Überwiegen der Mädchen.

7. Heyer hatte aus seinen Versuchen geschlossen, daß die Erzeugung der beiden Geschlechter nach einem Gesetze erfolge, das jeder getrenntgeschlechtlichen Art innewohne, ein ihr »immanentes Moment« sei (1884, S. 90), mit anderen Worten, daß das Geschlechtsverhältnis vererbt würde. Düsing dagegen hatte behauptet, daß keine Rede von einer Vererbung des Geschlechtes sein könne; es vererbe sich zwar die Art und Weise, wie sich das eine oder andere Geschlecht ausbilde, das Zusammenwirken äußerer Umstände führe aber die Entscheidung über das Geschlecht herbei (1884, S. 289).

Beide haben, wie wir jetzt sagen können, recht und unrecht[1]. Die Sache liegt bei dem Geschlechtsverhältnis nicht anders, wie bei

[1] Daß Heyers Arbeit als wissenschaftliche Leistung über der Düsings steht, wird davon nicht berührt. Sie liest sich heute, nach mehr als 30 Jahren, noch modern, von einzelnen Ausdrücken, wie dem oben zitierten vom »immanenten Moment«, abgesehen.

den übrigen Eigenschaften einer Sippe; vererbte Anlagen und äußere Einflüsse bringen es gemeinsam hervor. Es ist natürlich ausgeschlossen. daß die Fähigkeit, eine bestimmte Prozentzahl Männchen hervorzubringen. direkt vererbt wird, indem eine besondere Anlage, ein »Gen«, für die betreffende Zahl vorhanden ist. Durch Potenzen ist, außer der Bildungsweise der Keimzellen, nur bestimmt, wie ihre Entwicklung abläuft, und wie sie und die Zygoten (Embryonen) auf Einflüsse von außen reagieren. Das genügt aber schon, um jedes Geschlechtsverhältnis hervorzubringen, sobald sich die zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes gewissen äußeren Bedingungen gegenüber genügend verschieden verhalten, oder die beiderlei Individuen es tun, die aus ihrer Vereinigung mit den Keimzellen des homogametischen Geschlechts entstehen[1]. Vererbt wird z. B. nach unserer Annahme, daß die Pollenschläuche, welche die weibchenbestimmenden Keimzellen bei *Melandrium* zu den Eizellen befördern, etwas rascher wachsen als die, welche die männchenbestimmenden hinabbringen. Daraus ergibt sich dann schon nicht nur ein Überwiegen der Weibchen überhaupt, sondern auch — da der Unterschied in der Schnelligkeit erblich festgelegt ist — ein Einfluß auf die Verhältniszahl der Geschlechter, der bei gleichen äußeren Bedingungen immer wieder gleich groß ausfällt und die gleichen Zahlen hervorbringt.

Wenn große Zählungen verschiedener Autoren an verschiedenem Material Resultate gaben, die nicht mehr voneinander abweichen, als der Zufall verschulden wird — man erinnere sich an Strasburgers und Shulls Zählungen —, so kann das nur daher kommen, daß auch hier, wie sonst, die Stärke der äußeren Einflüsse um einen häufigsten Mittelwert schwankt (Klebs), und sich die selteneren und extremen in der einen und der anderen Richtung aufheben. Genau ebenso werden sich auch die genotypischen Unterschiede in der Tendenz, die zwischen den Sippen derselben Art bestehen, verhalten; auch sie werden um so seltener sein, je extremer sie sind, und sich ausgleichen, sobald die Zahl der untersuchten Individuen groß genug ist. Dafür spricht schon die bereits S. 698 erwähnte Kurve, die Shull für die Prozentzahlen an Weibchen bei seinen 135 *Melandrium*-Familien gibt, wenn ein Teil der Unterschiede auch phänotypischer Natur und rein zufällig sein wird.

[1] Natürlich brauchen mit Änderungen der äußeren Bedingungen — obwohl sie alle für die Entwicklung nötig sind — nicht auch merkliche Änderungen der Eigenschaften einzutreten. Es werden deshalb durchaus nicht bei allen möglichen Versuchen sichere positive Resultate zu erhalten sein, wenn man sie auch noch so umfangreich anstellt.

8. Neben den genotypischen Potenzen der Eltern und den äußeren Einflüssen bleibt den unkontrollierbaren Einwirkungen, die wir Zufall nennen, eine sehr wichtige Rolle zugeteilt. Wie groß bei unserem *Melandrium* ihre Wirkung noch ist, geht daraus hervor, daß auch bei der größten Pollenmenge, also bei der schärfsten Konkurrenz — etwa 150 Pollenkörner auf eine Samenanlage —, die weibchenbestimmenden Spermakerne nicht allein zur Befruchtung kommen, trotz ihrer unleugbaren Bevorzugung vor den männchenbestimmenden, sondern immer noch etwa 30 Prozent Männchen entstehen. Die Annahme, daß ein größerer Teil der männchenbestimmenden männlichen Keimzellen vor der völligen Ausbildung zugrunde gehe, die das Überwiegen der Weibchen auch bei einer Herabsetzung der Konkurrenz bis zu deren völligem Ausschluß erklären würde, hilft hier, bei der Zunahme der Konkurrenz nicht weiter. Sobald die Schnelligkeit der Schlauchbildung verschieden ist, und die Zahl der Pollenkörner überhaupt groß genug, bleibt es sich gleich, ob gleich viel Weibchenbestimmer und Männchenbestimmer oder mehr Weibchenbestimmer auf die Narbe kommen. Der auf inneren Ursachen beruhende, erbliche Vorteil der einen Sorte männlicher Keimzellen vor der anderen kann also nur gering sein, so daß der Zufall immer noch einer ganzen Menge Keimzellen der anderen Sorte zum Ziel verhilft. Und ähnlich liegt die Sache gewiß auch in anderen Fällen. Man vergegenwärtige sich z. B. die gewaltige Menge Spermien, die oft um ein einziges Ei konkurrieren, und daß schließlich das prävalente Geschlecht doch nur in einem geringen Überschuß entsteht.

Solange aber die unkontrollierbaren Bedingungen des Zufalls eine Rolle spielen, sind wir von einer Beherrschung des Geschlechtsverhältnisses und damit der Geschlechtsbestimmung weit entfernt, trotz einzelner Erfolge, wie in den eben mitgeteilten Versuchen. Einstweilen können wir nur die Chancen des einen Geschlechtes durch unsern Eingriff verbessern.

Literaturverzeichnis.

Im allgemeinen muß auf die neuen Lehrbücher der Vererbungslehre von Baur, Goldschmidt, Häcker und Johannsen verwiesen werden. Ferner auf Correns-Goldschmidts Vererbung und Bestimmung des Geschlechts, Berlin 1913, die Physiologie der Zeugung von E. Godlewski jun. im Handbuche der vergleichenden Physiologie von Winterstein (Bd. III, 1914) und Schleips weiter unten angeführtes Sammelreferat. Im folgenden sind im wesentlichen nur Spezialarbeiten über *Melandrium* und einige neueste Arbeiten zitiert.

E. Auerbach, 1912. Das wahre Geschlechtsverhältnis des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 10.

F. Baltzer, 1914. Die Bestimmung des Geschlechts nebst einer Analyse des Geschlechtsdimorphismus bei *Bonellia*. Mittell. Zool. Stat. Neapel Bd. 22, S. 1.

E. Baur, 1912. Ein Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung bei *Melandrium album*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre VIII, S. 335.

G. Brunelli, 1915. La determinazione del sesso studiata nell' economia della specie. Racolta di memorie biologiche n.° 1, Roma.

C. Correns, 1900. Über den Einfluß, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XVIII, S. 422.

—, 1902. Scheinbare Ausnahmen von der Mendelschen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XX, S. 159.

—, 1905. Gregor Mendels Briefe an Carl Nägeli 1866—1873. Abhandl. d. K. S. Gesellsch. d. Wissensch., math.-phys. Kl. XXIX, III.

—, 1907. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin.

—, 1908. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodiözischen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXVIa, S. 686.

C. Düsing, 1884. Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses. Jenaer Zeitschr. f. Naturwissensch. XVII, N. F. X. Zitiert nach dem Sonderabzuge.

Girou de Buzareingues, 1831. Suites des Expériences sur la Génération des Plantes. Ann. Sc. Natur. XXIV, S. 138.

—, 1833. Expériences sur la Génération des Plantes. Ebenda XXX, S. 398.

R. Goldschmidt, 1916. A preliminary report on further experiments in inheritance and determination of Sex. Proc. Nat. Acad. of Sciences 2, S. 53.

F. Heyer, 1884. Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechts bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Ber. d. landw. Instit. d. Univ. Halle, V. Heft.

H. Hoffmann, 1871. Zur Geschlechtsbestimmung. Botan. Zeitung Bd. 29, Sp. 81.

W. Johannsen, 1913. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. II. Aufl., Jena. Die I. Auflage erschien 1909.

Fritz Lenz, 1912. Idioplasmatische Ursachen der Sexualcharaktere des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 545.

H. von Malsen, 1906. Geschlechtsbestimmende Einflüsse und Eibildung des *Dinophilus apatris*. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 69.

J. C. H. de Meijere, 1911. Über getrennte Vererbung der Geschlechter. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie VIII, S. 553.

S. Newcomb, 1904. A Statistical Inquiry into the Probability of Causes of the Production of Sex in Human Offspring. Carneg. Inst. of Washington, Publ. No. 11.

A. Sprecher, 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. Sc. Natur. Botan. 9e série, XVII, S. 254.

E. Strasburger, 1900. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralbl. XX, S. 657.

W. Schleip, 1912. Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreiche. Ergebn. u. Fortschritte d. Zoologie III, 3, S. 165.

G. H. Shull, 1910. Inheritance of Sex in *Lychnis*. Botan. Gaz. IL, S. 110.

—, 1911. Reversible Sex-mutants in *Lychnis dioica*. Botan. Gaz. LII, S. 329.

—, 1914. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre XII, S. 265.

M. Vaerting, 1917. Der Männermangel nach dem Kriege. Der Arzt als Erzieher, Heft 40.

Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10–12.

Von Dr. phil. h. c. E. Schramm,
Generalleutnant z. D. in Dresden.

(Vorgelegt von Hrn. Diels.)

Vorwort.

Als ich 1903/04 die Kriegsschriftsteller des Altertums übersetzte, geschah dies, um eine Unterlage für die Rekonstruktion der von ihnen beschriebenen Geschütze zu haben. Der Gedanke an eine Veröffentlichung der Übersetzungen lag mir fern.

Jetzt sind die Geschütze fertig bis auf das in Arbeit befindliche Trajanssäulengeschütz, dem Ersatzbau für das anderweitig verwendete Übergangsgeschütz, und die in Arbeit befindliche römische Armbrust. Die Vitruvübersetzung des Hrn. Dr. phil. J. Prestel, Architekt, Straßburg, regt mich an, nunmehr gleichfalls die Kap. X—XII (13—15) des X. Buches von Vitruv zu veröffentlichen, um zu zeigen, daß man nach den Angaben Vitruvs kriegsbrauchbare Geschütze bauen kann.

Der Techniker soll aber nicht ohne die wissenschaftliche Beratung des Philologen vorgehen, sonst sind Irrtümer nur zu leicht möglich. Erst nachdem auf meine Bitte Hr. Diels die große Güte hatte, die Texte zu prüfen und alle Unstimmigkeiten auszuschalten, wird der Kommentar veröffentlicht.

Meinen herzlichsten Dank spreche ich ihm auch an dieser Stelle aus, ich habe aber die Hoffnung, daß ihm die Wissenschaft gleichfalls danken wird.

Vitruv hat seine Geschützkenntnis von den Griechen.

Er verwendet griechische Bezeichnungen für einzelne Teile derselben.

Bei Maßangaben bedient er sich öfters griechischer Zahlzeichen.

Deshalb ist ein Verständnis Vitruvs ohne genaue Kenntnis der griechischen Geschütze nicht möglich.

Vitruv gibt seine Geschützbauvorschrift X. Buch, Kap. XIII und XIV, so: »daß auch diejenigen, welche keine Geometrie verstehen, bei Kriegsgefahr nicht erst nachzudenken brauchen[1].«

Deshalb ist jede einzelne Angabe von ihm einfach und verständlich.

Die Texte enthalten einige wenige Lücken und Unklarheiten.

Dieselben lassen sich mit Ausnahme eines einzigen Falles (Verbindung der Hemitonia mit der Klimax) durch die Angaben Herons und Philons ergänzen.

In dem erwähnten zweifelhaften Falle ist die Lösung wenigstens soweit möglich, daß man sich ein Bild von der Konstruktion machen kann.

Das Verständnis aller Einzelheiten der Kap. XIII und XIV ist nur möglich mit einem gleichzeitigen Bau des betreffenden Geschützes an der Hand der Vorschrift. Die Rekonstruktionen haben den Beweis erbracht, daß man nach den Angaben Vitruvs kriegsbrauchbare Geschütze bauen kann.

Der Beweis, daß die Angaben Vitruvs richtig sind, ist durch das Ampurisasgeschütz erbracht worden.

Die von Vitruv angewendeten Zahlzeichen sind folgende:

Iϛ, Iϙ	=	1/16
Γ	=	3/16
δ, 9, ÷	=	4/16 = 1/4
ϵ, E	=	5/16
ϛ, ϙ, F	=	6/16
ζ, Z	=	7/16
S	=	8/16 = 1/2
γϛ, Γϙ	=	9/16
γζ, ΓZ	=	10/16 = 5/8
S÷, S9	=	12/16 = 3/4
⁙	=	5/12
⁙:	=	7/12
(FZ	=	10″?)

[1] Siehe Text S. 11, 3. ? v. u.

Cap. XIII. (10 Schneider, — 15 Rode.)

Omnes proportiones eorum organorum ratiocinantur ex proposita sagittae longitudine, quam id organum mittere debet.

Ejusque nonae partis sit foraminum in capitulis magnitudo, per quae tenduntur nervi torti qui brachia continent.

Ipsum tamen debent eorum foraminum ⟨magnitudine⟩ capituli deformari altitudo et latitudo.

Tabulae quae sunt in summo et in imo capituli peritretique vocantur, fiant:
Crassitudine unius foraminis,
latitudine unius et ejus dodrantis,
in extremis foraminis unius et ejus S.
Parastaticae dextra ac sinistra praeter cardines altae foraminum quatuor,
crassae foraminis quinum,
cardinis foraminis dimidii,
a parastata ad foramen spatium foraminis 9,
a foramine ad medianam parastatam item foraminis 9,
Latitudo parastados mediae unius foraminis et ejus I S ÷,

Alle Abmessungen derselben ergeben sich aus der gegebenen Länge des Pfeiles, den das betreffende Geschütz schießen soll.

Der neunte Teil davon sei die Größe des Durchmessers der Bohrungen in den Kammern, durch welche die Sehnenstränge gezogen sind, die die Arme enthalten.

Höhe und Breite der Kammer müssen nach dem Durchmesser (Kaliber) dieser Bohrungen selbst festgestellt werden.

Die oberen und unteren Querschwellen der Kammer, Peritrete genannt, seien:
Dicke: 1 K. (Kaliber)[1],
Breite: $1^3/_4$,
an den Enden: $1^1/_2$.
Rechter und linker Seitenständer, ohne Zapfen: 4 hoch[2],
$^5/_8$ dick (Philon ebenso),
Zapfen: $^1/_2$,
Abstand Seitenständer bis Loch: $^1/_4$[3],
Loch bis Mittelständer: auch $^1/_4$,
Breite des Mittelständers: $1^3/_4$[4],

Maßstab
1/2 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kaliber

Pfeillänge 9 Kaliber

foramen, Bohrloch 1 Kaliber

[1] Die Länge fehlt. Sie setzt sich zusammen aus:

2 × der Dicke der Seitenständer....	$2 \cdot {}^5/_8$	$= {}^{10}/_8$
2 × dem Kaliber der Bohrlöcher....	$2 \cdot 1$	$= 2$
4 × Abstand Loch bis Ständer......	$4 \cdot {}^1/_4$	$= 1$
Breite des Mittelständers...........		$1^3/_4$
Summe....		6

[2] Breite $1^1/_2$ ergibt sich aus der Breite der Peritreten an den Enden.

[3] Bei geringerem Abstand würden sich die Spannsehnenbündel an den Ständern reiben, bei größerem Abstand würden die Peritreten stärker in Anspruch genommen werden, als ihrer Dicke entspricht.

Die Bohrlöcher werden zunächst zylindrisch durchgebohrt, so daß die Angabe $^1/_4$ für den Abstand oben und unten stimmt. Dann werden sie ein wenig konisch nach dem Innern der Kammer erweitert, denn sonst würden sich die Spannsehnenbündel in ihnen reiben.

[4] Notwendig, weil er 2 Mittelständer (bei den Griechen) ersetzen und in seinem Ausschnitt die Pfeife aufnehmen muß.

Crassitudo foraminis unius,

Intervallum, ubi sagitta collocatur in media parastade, foraminis partis quartae.

Anguli quattuor, qui sunt circa, in lateribus et frontibus laminis ferreis et stilis aereis aut clavis configantur.

Canaliculi, qui graece σύριγξ dicitur longitudo foraminum XVIIII,

regularum quas nonnulli bucculas appellant, quae dextra ac sinistra canalem figuntur foraminum XVIIII ⟨longitudo⟩ (Marini),

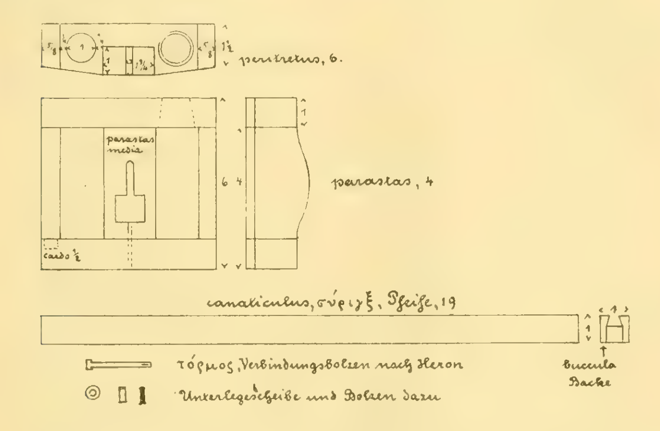
Dicke: 1.

Ausschnitt im Mittelständer für das Auflegen des Pfeiles: $^1/_4$[1].

Die vier Ecken ringsum werden auf Fronten und Seiten mit Eisenplatten und Erzbolzen oder Nägeln beschlagen[2].

Länge des Kanales, der griechisch σύριγξ, Pfeife, genannt wird: 19,

Die Latten[3], welche von einigen Backen genannt werden, die rechts und links an der Pfeife befestigt sind: 19 (lang),



Heron schreibt: Von der Pfeife geht durch ein Loch in der Mitte des unteren Peritreten ein Bolzen, der den ganzen Rahmen trägt.

Ἐκ δὲ τῆς σύριγγος (καὶ τοῦ διαπήγματος) τόρμος διωθεῖται, ὅπως γενομένης ἐν μέσῳ τοῦ κάτω περιτρήτου, ἀνέχων ὅλον τὸ πλινθίον. W. 106. 2.

Vitruv hat diesen Verbindungsbolzen mit zugehörigem Vorstecker, als selbstverständlich, nicht erwähnt.

Das Diapegma unter der Pfeife ist bei Vitruvs Mittelständer nicht nötig.

[1] Dieser Ausschnitt nimmt außerdem noch den oberen, über die Pfeife vorstehenden Teil des Schiebers auf.

[2] Siehe Grabstein des Vedennius in der Galleria Lapidaria des vatikanischen Museums in Rom, der außerdem einen Geschützschild zeigt.

[3] Die Pfeife besteht aus 3 Teilen, welche zusammengeleimt und verbolzt sind; so läßt sie sich leicht herstellen. Das Einhobeln einer schwalbenschwanzförmigen Nute würde große Schwierigkeiten machen.

Für alle 3 Teile wird die gleiche Länge von 19 K. genannt. In diesem Falle würden die Wellenträger 1 K. auseinanderstehen, sie sind $^1/_2$ K. dick, mit Dicke der Pfeife zusammen 2 K., also würde die Welle von 3 K. Länge nur $^1/_2$ K. mit jeder Seite überstehen. Oder aber es ist nur auf einer Seite eine Trommel vorhanden, auf der andern eine ringförmige Verstärkung, um ein seitliches Verschieben der Welle zu verhindern. In beiden Fällen ist der mittlere Teil der Welle unnötig lang. Sind die Seitenteile kürzer als der Mittelteil, z. B. 17 $^1/_2$ K., so stehen die Wellenträger nur

altitudo foraminis unius et crassitudo.

et adfiguntur regulae duae, in quas inditur sucula, habentes longitudinem foraminum trium, latitudinem dimidium foraminis.

Crassitudo buccu'ae, quae affigitur et vocitatur scamillum, seu, quemadmodum nonnulli, loculamentum, securiclatis cardinibus fixa: foraminis I, altitudo foraminis S.

Suculae longitudo foraminum ::,

(scutulae foraminum IX) crassitudo foraminis S ÷.

Epitoxidos longitudo foraminis S ÷,

crassitudo 9 item chelonii.

⟨CXACTHPÍA⟩ sive manucla dicitur, longitudo foraminum III, latitudo et crassitudo (S) ÷.

Canalis fundi longitudo foraminum XVI.

crassitudo foraminis 9 altitudo S 9.

Höhe und Breite: 1,

an diesen werden zwei Bretter befestigt, in welche die Haspelwelle eingelassen wird; sie sind lang 3, breit $^1/_2$.

Die Breite der angefügten Backe, welche auch Bank oder wie einige wollen Fach genannt wird und mit Schwalbenschwänzen befestigt ist: 1, Dicke $^1/_2$.

Länge der Haspelwelle: 4,

(Handspeichenlänge 9) Dicke ohne Zapfen: $^3/_4$.

Länge der Klaue: $^3/_4$,

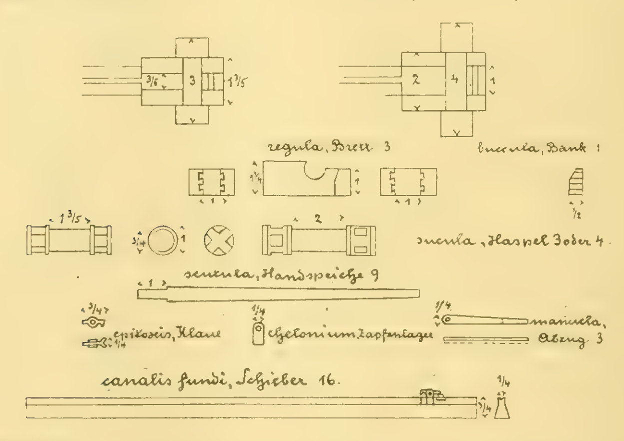
Dicke: $^1/_4$, ebenso die des Zapfenlagers.

Abzug oder Handhabe, Länge: 3,

Breite und Dicke: $^1/_4$ [1].

Länge des Schiebers: 16,

Dicke: $^1/_4$ [2], Höhe: $^3/_4$.



$^3/_5$ K. auseinander; an beiden Seiten der Welle kann eine Trommel vorhanden sein; die Bedienung des Haspels durch wechselseitiges Einstecken der Handspeichen in die Löcher der Trommeln wird bequemer. Diese Art ist wohl für größere Geschütze angewendet worden. Das angegebene Maß von 1 K. für die Länge der buccula stimmt für beide Arten, je nachdem man die Schwalbenschwänze in die Länge einrechnet oder nicht.

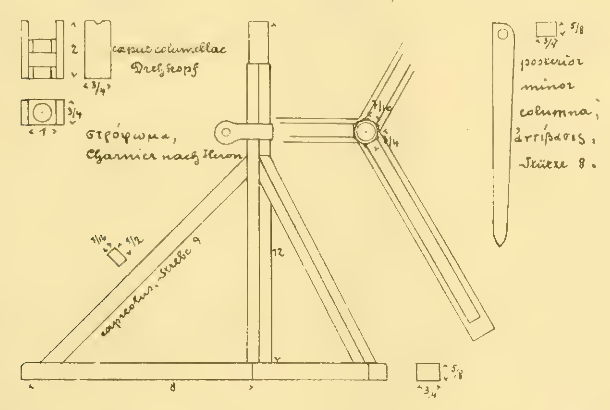
Speichenkreuze an den Haspelwellen sind nur für kleinere Geschütze anwendbar.

[1] Länge 2 würde vollkommen genügen. Dicke $^1/_4$ wäre ganz unverhältnismäßig. $^1/_8$ genügt.

[2] Im oberen Teil. Unten etwa $^3/_5$. Der Schwalbenschwanz des Schiebers muß einen Winkel von rund $2 \cdot 15 = 30°$ bilden. Größer oder kleiner, kommen leicht Klemmungen vor.

Columellae basis in solo foraminum octo, latitudo in plinthide in qua statuitur columella foraminis S ÷, crassitudo Γ Z.
Columellae longitudo ad cardinem foraminum XII, latitudo foraminis S ÷, crassitudo S 9.
Ejus capreoli tres, quorum longitudo foraminum VIIII, latitudo dimidium foraminis crassitudo Z.
Cardinis longitudo foraminis I S, columellae capitis longitudo II, antefixi latitudo foraminis S 9, et crassitudo I.
Posterior minor columna, quae graece dicitur ἀντίβαϲιϲ, foraminum VIII, latitudo foraminis S ÷, crassitudo Γ Z.

Die Basis der Säule auf dem Boden: 8[1], Breite der Schwelle, in der die Säule errichtet wird: $^3/_4$, Dicke: $^5/_8$.
Höhe der Säule bis mit Zapfen: 12, Breite (im Sechseck): $^3/_4$, Dicke: desgl.
Deren 3 Streben Länge: 9, Breite: $^1/_2$, Dicke: $^7/_{16}$[2].
Länge des Zapfens: $1^1/_2$[3], Länge des Drehkopfes der Säule: 2[4]. Breite eines Querholzes: 34, Dicke: 1.
Die Stütze (kleine hintere Säule), griechisch ἀντίβαϲιϲ genannt: 8, Breite: $^3/_4$[5], Dicke: $^5/_8$.



[1] Die nun folgenden Maßangaben für die Basis haben nur Geltung für die $1^1/_2$ellige Katapulta, für größere und kleinere Kaliber sind sie nur in bezug auf die Stärken (Breite und Dicke) der Hölzer anwendbar, da die Längen für alle Kaliber die gleichen wie für die $1^1/_2$ellige Katapulta sein müssen. Längs der Pfeife wird gerichtet, um das Ziel zu treffen. διὰ γὰρ τοῦ μήκουϲ τῆϲ ϲύριγγοϲ διοπτεύοντεϲ ἐπιτευξόμεθα τοῦ ϲκοποῦ. W. 86. 7. Die Höhe der Pfeilachse über dem Erdboden ist bei diesem Geschütz gleich der Höhe der Visierlinie der Feldgeschütze aller Staaten, ungefähr gleich muß sie auch bei den übrigen Kalibern gewesen sein, sonst wäre deren Bedienung nicht möglich.

Die Bedienung eines 4elligen Pfeilgeschützes mit 2,7 m Lagerhöhe und mit Handspeichen für die Spannwelle von $2^1/_2$ m Länge, die also beim Einstecken in ihre Lager bis auf 5 m hoch reichen würden, ist undenkbar. Deshalb gelten auch hier die Worte »mit Zugabe oder Abzug«. Text S. 724, Z. 17.

[2] $^7/_{16}$ entspricht der Seitenlänge des Sechsecks des Säulenquerschnittes.

[3] Dicke muß rund $^1/_2$ K. betragen, dünner wird sie zu schwach, dicker passen die Abmessungen des Drehkopfes nicht.

[4] Dicke der Seitenbacken ist nicht angegeben, muß ungefähr $^1/_4$ K. sein.

[5] Breite von $^3/_4$ in der ganzen Länge wäre unpraktisch. Bezieht sich also wohl nur auf das obere Ende.

Subjectio foraminum XII, latitudinis et crassitudinis ejusdem, cujus minor columna illa.

Supra minorem columnam chelonium sive pulvinus dicitur foraminum II S, altitudinis I S, latitudinis S ÷.

Carchesi scutularum foraminum II S,

crassitudo foraminis S, latitudo S:

transversariis cum cardinibus longitudo foraminum X.

latitudo S et crassitudo S.

Brachi longitudo [I S] foraminum VII,

crassitudo ab radice foraminis ΓZ.

in summo foraminis S, CCZ, ⟨Z⟩

curvatura foraminis (octava pars) VIII.

Haec his proportionibus, aut adjectionibus aut detractionibus comparantur. Nam si capitula altiora quam erit latitudo facta

Strebe: 12, Breite und Dicke wie die Stütze.

Über der Stütze das Lager oder Kissen[1]: $2\frac{1}{2}$, Höhe: $1\frac{1}{2}$, Breite: $\frac{3}{4}$.

Die Lager für die Handspeichen an den Wellen: $2\frac{1}{2}$[2].

Breite: $\frac{1}{3}$, Dicke: $\frac{1}{2}$.

Handspeichen mit Zapfen, Länge: 10,

Breite: $\frac{1}{2}$ und Dicke: $\frac{1}{2}$.

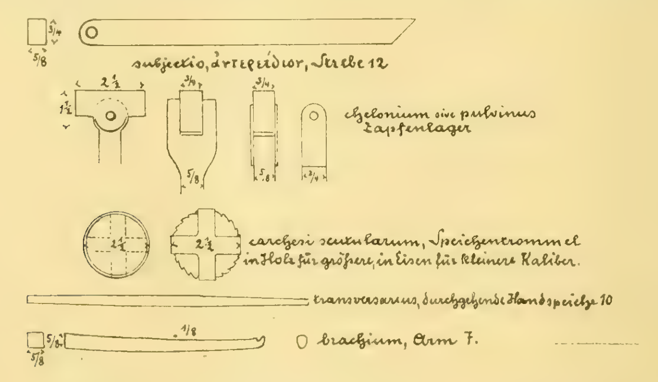
Länge des Bogenarmes: 7.

Dicke am inneren Ende: $\frac{5}{8}$,

Dicke am äußeren Ende: $\frac{1}{2}$ ⟨$\frac{7}{16}$⟩,

Krümmung: $\frac{1}{8}$.

Diese (Geschütze) werden nach den angegebenen Proportionen hergestellt, mit Zugabe oder Abzug[3]. Denn wenn die



[1] Ob die Stütze 2 hölzerne oder eiserne Backen hat, die zwischen sich das Lager aufnehmen, ist für die Aufgabe der Stütze gleichgültig.

[2] Spannvorrichtungen hat es vom Speichenkreuze bis zum Flaschenzuge in den verschiedensten Formen gegeben. Einengende Vorschriften wären hier nicht am Platze gewesen.

[3] Vitruv gibt Freiheit für die Ausmaße der Geschütze, für einzelne Teile derselben. während anderseits z. B. die Länge der Peritreten von 6 K., die er gar nicht angibt, genau stimmen mußte (s. S. 720, Anm. 1 und 3). Der Normalrahmen 6 × 6 galt für normale Spannsehnen, wie man sie durchschnittlich im Handel bekam. Für besonders gutes haltbares Material konnte man katatonische Rahmen anwenden, für minderwertiges Material mußte man anatonische Kammern anwenden, um die Spannsehnen nicht zu schnell unbrauchbar zu machen. Längere Bogenarme eigneten sich besser für leichte, kürzere für schwere Pfeile. Das Ampuriasgeschütz ist um $\frac{5}{8}$ K. katatonisch.

Durch das mehr oder minder starke Anspannen der Sehnen mittels des Haspels konnte man die Maximalschußweite und Durchschlagskraft vergrößern oder verkleinern.

Eine gutgeschulte Bedienung, die ihr Geschütz genau kannte, war gerade so notwendig wie heutzutage.

fuerint, quae anatona dicuntur, de brachiis demetur, ut, quo mellior est tonus propter altitudinem capituli, brachii brevitas faciat plagam vehementiorem. ⟨Si⟩ minus altum capitulum fuerit, quod catatonum dicitur, propter vehementiam brachia paulo longiora constituentur, uti facile ducantur.

Rahmen höher gemacht werden, als ihre Breite sein wird — in diesem Falle heißen sie »anatonisch« —, so muß man von den Armen wegnehmen, damit, je schlaffer die Spannung wegen der Höhe des Rahmens ist, die Kürze des Armes einen um so kräftigeren Schlag bewirkt. Ist der Rahmen weniger hoch — in diesem Falle heißt er katatonisch —, so müssen wegen der Gewalt der Spannung die Arme etwas länger gehalten werden, damit sie leicht zu handhaben sind.

Namque quem ad modum vectis, cum est longitudine pedum quinque, quod onus quatuor hominibus extollit, id, cum est X, duobus elevat; eodem modo brachia quo longiora sunt, mollius, quo breviora, durius ducuntur.

Denn wie z. B. eine Last durch einen Hebel, wenn er 5 Fuß lang ist, von 4 Menschen, aber wenn er 10 Fuß lang ist, schon von zweien gehoben wird, so lassen sich auch die Arme, je länger sie sind, desto leichter, je kürzer sie sind, desto schwerer bewegen.

Cap. XIV. (11 S. — 16. u. 17. R.)

Catapultarum rationes e quibus membris et portionibus componantur, dixi.

Von den Verhältnissen der Katapulten, aus welchen Gliedern und Teilen sie zusammengesetzt werden, habe ich geredet.

Ballistarum autem rationes variae sunt et differentes, unius effectus causa comparatae.

Die Verhältnisse der Ballisten sind aber zu gleichem Zweck mannigfach und verschieden zusammengestellt.

Aliae enim vectibus ⟨et⟩ suculis, nonnullae polyspastis, aliae ergatis, quaedam etiam tympanorum torquentur rationibus.

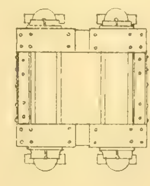
Einige werden nämlich mit Hebeln und Haspeln, einige mit Flaschenzügen, andere mit Winden, einige auch mit Trommelrädern gespannt.

Sed tamen nulla ballista perficitur nisi ad propositam magnitudinem ponderis saxi, quod id organum mittere debet.

Indessen muß eine jede Balliste nach dem gegebenen Gewichte des Steines, den das Geschütz werfen soll, konstruiert werden.

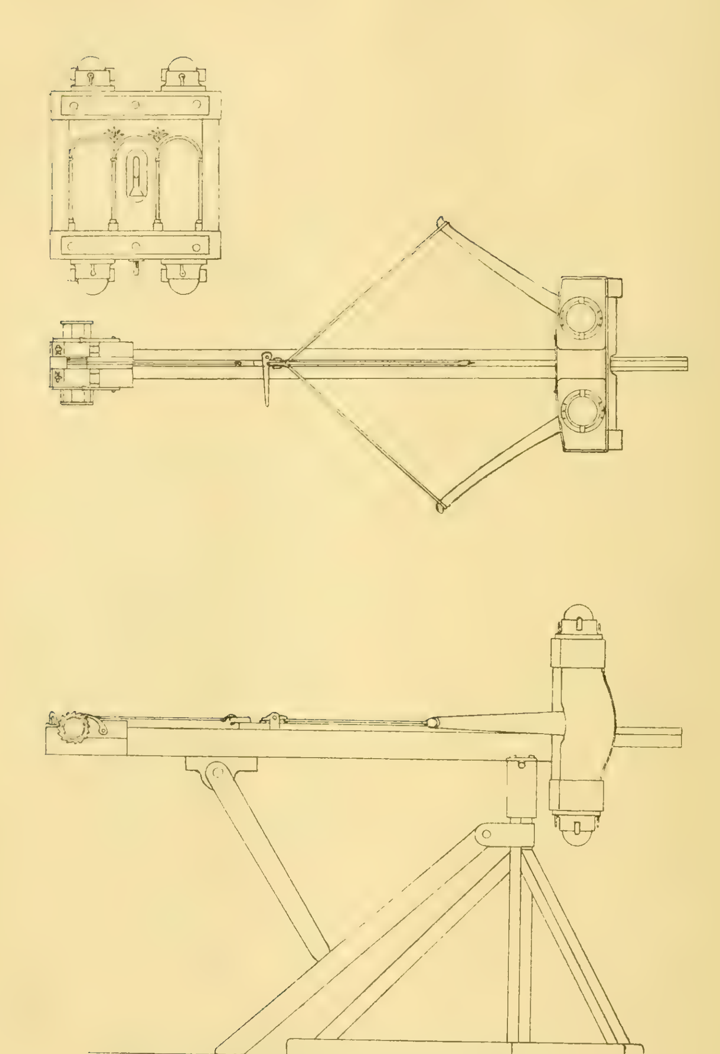
Igitur de ratione earum non est omnibus expeditum, nisi qui geometricis rationibus numeros et multiplicationes habent notas.

Folglich ist die Berechnung[1] derselben nicht für jeden ausführbar, sondern nur für die, welche aus geometrischen Rechnungen die Zahlen und ihre Vervielfältigungen kennen.



Spannrahmen von Ampurias

[1] Nach der Formel $\Delta = 1{,}1 \cdot \sqrt[3]{100\,M}$
Δ (ΔΙΆΜΕΤΡΟϹ) = der Durchmesser (Kaliber) foraminis
M (ΜΝᾶ) = Steingewicht in attischen Minen,
umgerechnet in römische Pfunde.



Normale zweiellige catapulta mit Schild 1:20.

Namque finut in capitibus foramina, per quorum spatia contenduntur capillo maxime muliebri vel nervo funes, magnitudine ponderis lapidis, quem debet ea ballista mittere : ex ratione gravitatis proportiones sumuntur, quem admodum ⟨in⟩ catapultis de longitudinibus sagittarum. Itaque ut etiam qui, geometrice non noverint, habeant expeditum, ne in periculo bellico cogitationibus detineantur, quae ipse faciundo certa cognovi, quaeque ex parte accepi a praeceptoribus finita, exponam: et quam in libris (so Diels : et quibus rebus Hss.) Graecorum pensiones ad modulos habeant rationem, ad eam, ut etiam nostris ponderibus respondeant, tradam explicata.

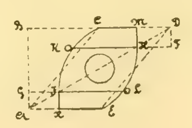
Die (Durchmesser der) Bohrungen in den Kammern, durch die Stränge aus Weiberhaaren oder Sehnen gezogen sind, werden nämlich nach dem Gewicht des Steines bestimmt, den die Balliste werfen soll, nach der Schwere werden die Abmessungen bestimmt, wie bei den Katapulten nach der Länge der Pfeile. Damit also auch die, welche keine Geometrie verstehen, die Sache sofort zur Hand haben und bei Kriegsgefahr nicht erst nachzudenken brauchen, will ich auseinandersetzen, was ich aus eigener Praxis sicher weiß und was ich zum Teil von den Meistern festgestellt übernommen habe und welches Verhältnis in den Schriften der Griechen die Gewichte zu den Größenabmessungen haben, will ich überliefern, indem ich sie nach diesem Verhältnis so erläutere, daß sie auch unseren Gewichten entsprechen.

Nam quae ballista II pondo saxum mittere debet, foramen erit in ejus capitulo digitorum V, si pondo IIII, digitorum VI ⟨9, sex pondo⟩ digitorum VII ⟨9, octo pondo digitorum VIII⟩, decem pondo digitorum VIII9, viginti pondo digitorum X S9, XL pondo digitorum XIII S9, sexaginta pondo digitorum XV S, octoginta pondo pedis I digiti I, C pondo pedis I et digitorum II S, CXX pondo pedis I et digitorum III S, CXXXX pondo pedis I et digitorum IIII S, CLX pondo pedis I et digitorum VI, CLXXX pondo pedis I et digitorum VI S, CC pondo pedis I et digitorum VII 9, CCXXXX pondo pedis I et digitorum VIII S 9, CCCLX pondo pedis I et digitorum XII9.

Die Balliste, welche einen Stein von 2 ℔ werfen soll, erhält ein Bohrloch (Kaliber) von 5 Zoll, 4 ℔ = $6^1/_2''$, 6 ℔ = $7^1/_2''$, 8 ℔ = $8''$, 10 ℔ = $8^1/_2''$, 20 ℔ = $10^3/_4''$, 40 ℔ = $13^3/_4''$, 60 ℔ = $15^1/_2''$, 80 ℔ = $1'\,1''$, 100 ℔ = $1'\,2^1/_2''$, 120 ℔ = $1'\,3^1/_2''$, 140 ℔ = $1'\,4^1/_2''$, 160 ℔ = $1'\,6''$, 180 ℔ = $1'\,6^1/_2''$, 200 ℔ = $1'\,7^1/_4''$, 240 ℔ = $1'\,8^3/_4''$, 360 ℔ = $1'\,12^1/_2''$.

Cum ergo foraminis magnitudo fuerit instituta describatur scutula, quae graece περίτρητος appellatur, cujus longitudo foraminum II Є. Z, latitudo duo et S:

Wenn also die Größe des Kalibers bestimmt ist, muß die Raute, griechisch περίτρητος genannt, gezeichnet werden, deren Länge $2^3/_4$ und Breite $2^1/_2$ K. ist[1].



[1] $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{(2^3/_4)^2 + (2^1/_2)^2}$ = rund $3^3/_4$; Fehler $^1/_{56}$ ist ohne Bedeutung für die Konstruktion der Peritreten.

Teilt man die Linie AC oder DE in 6 gleiche Teile, so ist der 6. Teil $\frac{3^3/_4}{6} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$, entspricht ungefähr der Ständerdicke von $^{11}/_{18}$.

dividatur medium lineae descriptae, et cum divisum erit, contrahantur extremae partes ejus formae, ut obliquam deformationem habeat longitudinis sexta parte, latitudinis ubi est versura, quarta parte.

In qua parte autem ⟨sunt⟩ curvaturae ⟨e⟩, in quibus procurrunt cacumina angulorum, eo foramina convertantur et contractura latitudinis redeat introrsus sexta parte.

Foramen autem oblongius sit tanto quantam epizygis habet crassitudinem.

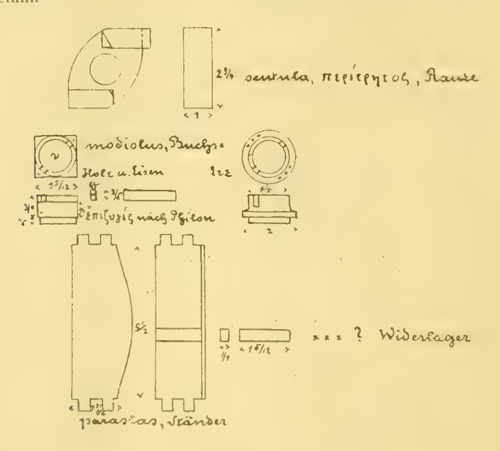
Cum deformatum fuerit, circumlaevigentur extrema, ut habeant curvaturam molliter circumactam.

Die gezeichnete[1] Figur wird durch eine Diagonale halbiert. Ist das geschehen, zeichnet man die Außenteile, so daß eine schiefe Form entsteht, deren Langseite sich zur Breitseite am Knick wie 6 : 4 verhält.

Nach dem Teil der Kurve[2], wohin die Winkelspitzen sich erstrecken, sollen sich die (Mittelpunkte der) Löcher richten und nach innen zu $^1/_6$ abgetragen werden[3].

Das Loch ⟨in der Buchse[4]⟩ sei um so viel oblong, als die Dicke des Spannbolzens beträgt.

Wenn das geschehen, wird er ringsum geglättet, daß er eine weiche Biegung erhält[5].



[1] Die beiden langen Seiten des Rhomboids betragen $3^3/_4$, die beiden kurzen $2^1/_2$ K. $3^3/_4 : 2^1/_2 = 6 : 4$.

[2] Die Kurve, die mit dem Zirkel erst gezogen werden soll, ist gemeint. Von den spitzen Winkeln des Rhomboids aus soll also die Transversale gezogen werden, in deren Mitte der Mittelpunkt des Bohrloches liegt.

[3] Werden in A und D Senkrechte nach innen gefällt und an diesen die gefundene Länge von $^5/_8$ nach F und G abgetragen und dann Parallelen zu AE und BD durch diese Punkte gezogen, so bestimmen diese Linien die Innenkanten der Ständer wiederum mit einem kleinen Fehler, denn weiter unten gibt Vitruv die Stärke der Ständer mit $^{11}/_{18}$ an. Differenz $^1/_{72}$. Gleichfalls unbedeutend für den Geschützbau. Von den Schnittpunkten dieser Parallelen mit der Transversale AD werden Senkrechte nach außen gezogen (HM und IN), welche die Außenkanten der Ständer angeben. Die Breite dieser Ständer beträgt nach Philon $1^7/_{12}$.

[4] In einem ovalen Loche würde sich die Buchse nicht drehen lassen.

[5] Wenn die Parallelen zu den Linien AE und BD gezogen sind, werden auf ihnen mit dem Zirkel die Mittelpunkte der Kreise gesucht, welche C mit I und E mit H verbinden. Nachdem die Kontur auf den Peritreten angerissen, werden sie gesägt und geglättet.

Crassitudo ejus foraminis [S][1] constituatur.

Modioli foraminum II, latitudo I :· crassitudo, praeterquam quod in foramine inditur foraminis S 9, ad extremum autem latitudo foraminis S.

Parastatarum longitudo foraminum V Γ, curvatura foraminis pars dimidia, crassitudo foraminis S et partis IX adjicitur ad mediam latitudinem, quantum est prope foramen factum in descriptione.

⟨Regulae(?)⟩ latitudine et crassitudine foraminis V, altitudo parte IIII.

Seine[1] Dicke ist 1.

Buchsen[2]: 2, bei $1\frac{5}{12}$ Breite. Dicke ausschließlich Zapfen $\frac{3}{4}$.

An den Enden ist die Breite $\frac{1}{2}$.

Länge der Ständer $5\frac{3}{16}$[3]. Ausschnitt $\frac{1}{2}$. Dicke $\frac{11}{18}$.

Die Tiefe des beschriebenen Ausschnittes wird der Breite des Ständers in der Mitte hinzugefügt. ⟨Des Widerlagers[4]⟩: Breite und Tiefe $\frac{1}{5}$. Höhe $\frac{1}{4}$.

[1] Des Peritreten.

[2] Hölzerne Buchsen, die namentlich für größere Kaliber in Anwendung kamen, waren mit Eisen beschlagen und viereckig.

Bronzebuchsen, die namentlich für kleinere Kaliber in Anwendung kamen, waren viereckig oder rund. Letzteres wohl in den meisten Fällen. Auf dem Eumenesrelief sind die Buchsen des dargestellten Geschützes viereckig, auf dem Vedenniusgrabstein und auf der Cadesgemme, soweit erkennbar, rund.

Das Ampuriasgeschütz hat runde Buchsen mit Vorsteckern.

Schon im Jahre 1913 bemerkte mir Diels richtig, daß der Ausdruck περίτρητον darauf schließen ließe, daß rings um die Foramina Löcher für Vorstecker vorhanden gewesen seien.

Kein einziger Kriegsschriftsteller erwähnt die Vorstecker. Auch das erklärt sich einfach.

Je niedriger der Spannrahmen, also je kürzer verhältnismäßig die Spannsehnenbündel sind, desto mehr haben letztere das Bestreben, sich beim Anspannen der Bogenarme mitzudrehen. Ballisten (Palintona) brauchten also keine Vorstecker. Bei dem vorzüglichen Sehnenmaterial in der Diadochenzeit sind Vorstecker wahrscheinlich auch bei Pfeilgeschützen, namentlich wenn sie frisch bespannt waren, überhaupt nicht nötig gewesen. Je schlaffer aber auf die Dauer die Spannsehnen werden, desto mehr ist es nötig, die Buchsen nachzudrehen, um ihre Spannung wiederum zu erhöhen. Je mehr aber die Buchsen gegen die Bogenarme gedreht werden, d. i. je größer der Winkel wird, den die Mittellinien der Spannbolzen mit den Mittellinien der Bogenarme bilden, desto größer ist das Bestreben der Buchsen, sich zurückzudrehen.

Die Vorstecker sind ein Notbehelf und um so mehr notwendig bei geringem Reibungskoeffizient, also bei Anwendung der ὑποθήματα, wenn Metall auf Metall, ganz besonders aber wenn Bronze auf Eisen läuft.

Das im Oberteile der Buchse ovale Spannloch hat den Vorteil, daß der Spannbolzen dicker gehalten werden konnte und der Umlauf der Spannsehne über ihn weniger scharf wurde, ist aber schwierig herzustellen. Das Spannloch des Ampuriasgeschützes ist kreisrund im Durchschnitt, trotz der sehr dicken Spannbolzen.

Die Formen der Buchse waren auf jeden Fall ganz beliebig.

[3] Gegen $5\frac{1}{2}$ bei Philon.

Ausschnitt $\frac{1}{2}$ bedeutet wohl den Halbmesser eines Kreises, der von der Mittellinie des Bogenarmes aus geschlagen wurde. Je größer die Vertiefung, desto mehr wurde der Ständer geschwächt, die Zugabe der Dicke auf der Gegenseite kann die Schwächung durch den Ausschnitt nicht völlig ausgleichen. Dicke $\frac{11}{18}$ differiert mit Philon, $\frac{29}{48}$, um $\frac{1}{88}$.

[4] Es fehlt anscheinend ein Wort, auf das sich die Maßangaben beziehen. Der einzige integrierende Teil der Ballista, den Vitruv nicht erwähnt, ist je ein Widerlager an den Mittelständern zur Verbindung dieser mit der Leiter.

Regulae, quae est in mensa, longitudo foraminum VIII, latitudo et crassitudo dimidium foraminis; cardines II, crassitudo foraminis 9, curvatura regulae S 9.

Exterioris regulae latitudo et crassitudo tantundem, longitudo, quam dederit ipsa versura deformationis et parastatae latitudo ad suam curvaturam. Superioris autem regulae aequales erunt inferioribus.

Mensae transversarii foraminis 9.

Climacidos scapi longitudo foraminum XVIIII crassitudo 9. intervallum medium latitudo foraminis I et partis quartae. altitudo foraminis I et partis octavae.

Der Riegel am Tisch[1] ist 8 lang, $^1/_2$ breit und dick. Zapfen 1 (2) lang, $^1/_4$ dick. Krümmung des Riegels $^3/_4$.

Breite und Dicke des äußeren Riegels ebenso.

Länge entsprechend der Schrägung, der Dicke der Ständer und der Rundung.

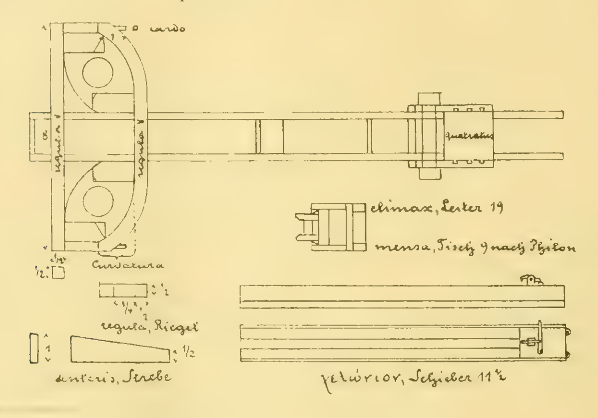
Die oberen Riegel sind wie die unteren.

Querriegel des Tisches $^1/_4$[2].

Länge der Leiterbäume: 19[3].

Dicke $^1/_4$, Abstand $1^1/_4$.

Höhe $1^1/_8$.



Nach unten wird die Leiter begrenzt durch den Tisch und dieser wiederum durch das untere Geschränke, nach oben hat sie kein Widerlager, die Mittelständer haben also keinen Halt an der Leiter. An ein Zusammennageln ist nicht zu denken, da das bei bereits bespannten Spannrahmen kaum möglich erscheint. Außerdem sollen alle Teile leicht auseinandergenommen und zusammengesetzt werden können. Es müssen somit unter allen Umständen leistenartige Widerlager an den inneren Ständern vorhanden gewesen sein. Auf diese, also auf ein Wort wie regula, würde das Maß $^1/_4$ stimmen, vielleicht auch $^1/_5$, aber die Länge müßte der Breite des Ständers von $1^7/_{12}$ (Philon), weniger der Schrägung von etwa $^2/_{12}$, mit etwa $1^5/_{12}$ entsprechen. Vielleicht fehlt auch vor oder nach latitudine die dazugehörige Zahl.

[1] In der beigefügten Zeichnung ist die Anordnung des Geschränkes zu erkennen, Heron W. 103, Fig. XXXI, und Schneider, Geschütze auf handschriftlichen Bildern, Taf. 5. Ob in den Außenriegeln Ausschnitte »entsprechend der Rundung« angebracht werden, wie bei der Rekonstruktion auf der Saalburg, oder nicht, war wohl freigestellt, da sie Vor- und Nachteile haben. Vorteil: sie entlasten die Zapfen; Nachteil: sie schwächen die Riegel.

[2] Zahl der Querriegel ist nicht angegeben, weil sie sich jedenfalls nach der Größe des Kalibers richtete.

[3] Länge der Leiterbäume von nur 13 ist ausgeschlossen. Philon gibt gleichfalls 19, aber nur eine Höhe von 1 an, woraus wiederum zu schließen ist, daß die Maße auch hier innerhalb gewisser Grenzen beliebig sind.

Climacidos superior pars, quae est proxima brachiis atque conjuncta est mensae, tota longitudine dividatur in partes V: ex his dentur duae partes ei membro, quod Graeci χελώνιον vocant. latitudo foraminis I Γ, crassitudo 9, longitudo foraminum XI et semis. extantia cheloni foraminis S ⟨πτερυγώματος⟩ foraminis 9.

Quod autem est ad axona, quod appellatur frons transversarius foraminum trium.

Interiorum regularum latitudo foraminis E crassitudo Γ.

Cheloni replum, quod est operimentum, securicula includitur in scapos climacidos; latitudo Γ, crassitudo foraminis duodecima.

Crassitudo quadrati quod est ad climacida, foraminis 9 in extremis.

Der obere Teil der Leiter[1], nahe den Armen und bei dem Tische, wird nach der ganzen Länge in 5 Teile geteilt, wovon 2 auf den Teil kommen, der griechisch χελώνιον genannt wird. Breite $1^3/_{16}$, Dicke $^1/_4$, Länge $11^1/_2$.

Höhe des Schiebers über der Oberkante der Leiter $^1/_2$.

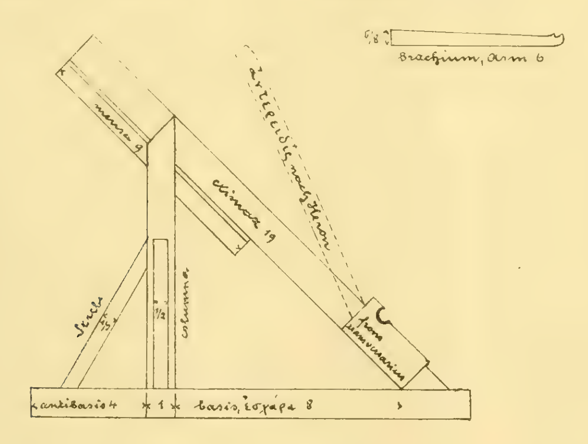
Wulst ⟨des Zapfenlagers⟩ $^1/_4$.

Der Teil an der Haspelwelle, Querfront[2] genannt, 3.

Breite der Sprossen $^5/_{16}$, Dicke $^3/_{16}$.

Der untere Teil des Schiebers, welcher auf ihnen liegt, wird schwalbenschwanzförmig in die Leiterbäume eingelassen. Breite der Federn $^3/_{16}$, Dicke $^1/_{12}$.

Dicke des Quadrates an der Leiter $^1/_4$, Durchmesser der Welle an den Enden[3]



[1] Etwas schwülstig ausgedrückt. Tatsächlich nimmt der Schieber in der Ruhelage $^2/_5$ der ganzen Leiterlänge ein. Beim Spannen wird der vorstehende Teil in die Leiter hineingezogen.

[2] Zur Querfront gehört außer den Seitenbacken auch das Quadrat und auch noch ein ungenanntes Stück oder die letzte Sprosse zwischen den Leiterbäumen. Sie hat nicht nur das Achslager aufzunehmen, sondern sie muß auch als Widerlager für die Streben dienen, die zwar nicht Vitruv, aber Heron erwähnt, und die sicher vorhanden waren: »damit, wenn gespannt wird, die Halbrahmen nicht umgerissen werden, wenn die Sehne sie nach hinten ziehen will.« ὅπως τῆς καταγωγῆς γιγνομένης μὴ ἐγκλίνηται τὰ ἡμιτόνια τῆς νευρᾶς αὐτὰ ἐπισπωμένης. W. 101. 9.

[3] Es ist nur der Durchmesser der Welle in den Achsenlagern angegeben. Der Durchmesser der Trommeln und des Mittelstückes richtete sich ganz nach der Art der Spannvorrichtung (Haspel evtl. mit Vorgelege, Flaschenzug, Erdwinde usw.).

rotundi autem axis diametros aequaliter erit cheles, ad claviculas autem S minus parte sexta decima.

gleich dem der Lagerachse, bei den Überwürfen aber $7/16$.

Anteridon longitudo foraminum IIIϨ, latitudo in imo foraminis S, in summo crassitudo Γ.

Länge der Streben[1] $3\,1/4$, Breite unten $1/2$, Dicke oben $3/16$.

Basis, quae appellatur eschara (ἐσχάρα), longitudo foraminum VIII, antibases foraminum IIII, utriusque crassitudo et latitudo foraminis Γ.

Die Basis, eschara genannt, Länge 8, Vorderschwellen 4, beider Dicke und Breite 1.

Compinguntur autem dimidio altitudinis columnae, latitudo et crassitudos: altitudo autem non habet foraminis proportionem, sed erit, quod opus erit ad usum.

Auf halber Höhe sind die Säulen[2] zusammengehalten[3], $1/2$ breit und dick, ihre Höhe steht nicht im Verhältnis zum Kaliber, sondern wird nach Bedarf bestimmt.

Brachii longitudo foraminum VI, crassitudo in radice foraminis ΓZ, in extremis F.

Länge des Bogenarmes 6[4], Dicke innen $5/8$, außen $6/16$.

Cap. XV.

De ballistis et catapultis symmetrias, quas maxime expeditas putavi, exposui quem admodum autem contentionibus hac temperentur e nervo capilloque tortis rudentibus, quantum comprehendere scriptis potuero, non praetermittam.

Von den Ballisten und Katapulten habe ich die Verhältnisse, welche ich für am geschicktesten hielt, auseinandergesetzt. Wie sie aber durch Bespannen mit Seilen aus Sehnen und Haaren gestimmt werden, will ich nicht vorenthalten, soweit ich es schriftlich vermag.

Sumuntur tigna amplissima longitudine, supra figuntur chelonia in quibus includuntur suculae; per media autem spatio tignorum insecantur et exciduntur formae, in quibus excisionibus includuntur capitula catapultarum cuneisque distinentur, ne in contentionibus moveantur.

Man nimmt Hölzer von großer Länge, befestigt auf ihnen Zapfenlager, in die man Haspelwellen einlegt. In der Mitte der Hölzer werden Ein- und Ausschnitte gemacht, in welche Widerlager die Kammern der Katapulten eingesetzt werden, und mit Keilen befestigt, daß sie sich beim Bespannen nicht verschieben.

Tum vero modioli aerei in ea capitula includuntur, et in eos cuneoli ferrei, quas ἐπιζυγίδας Graeci vocant, conlocantur. Deinde ansae rudentum induntur per foramina capitulorum et in alteram partem trajiciuntur; deinde in suculas conjiciuntur et involvuntur, uti vectibus per eas extendi rudentes, cum manibus sunt tacti, aequalem in utroque sonitus habeant responsum.

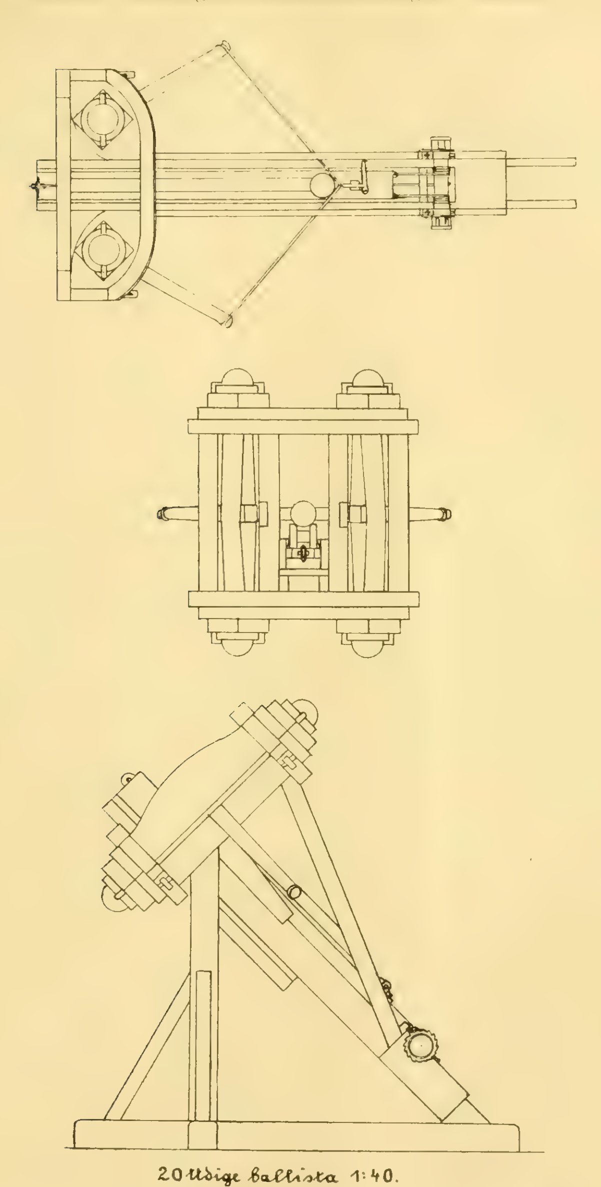
Dann werden die erzenen Buchsen in die Kammern eingesetzt und in sie die eisernen Bolzen, welche die Griechen ἐπιζυγίδας nennen, gesteckt. Dann werden die Seilenden durch die Löcher der Rahmen gesteckt und nach der anderen Seite gezogen, darauf an den Wellen befestigt und aufgewunden, so daß die Seile durch Handspeichen gespannt, mit den Händen angeschlagen, einen gleichmäßigen Ton geben.

[1] Es sind dies die Streben in der Mitte der Halbrahmen, die in Verbindung mit den oberen Streben das Zurückreißen der Halbrahmen beim Spannen verhindern. Auf dem Bilde W. 103, Fig. XXXI, P. 76v sind sie eingezeichnet.

[2] Die beiden columnae erwähnt Vitruv nur nebenbei, weil er kein Längenmaß für sie geben kann, denn ihre Höhe richtet sich nach der Größe des Geschützes.

[3] Durch die Streben und einen Riegel.

[4] Eine Krümmung des Bogenarmes ist beim Wurfgeschütz nicht nötig.



20 ℔ige ballista 1:40.

Tunc autem cuneis ad foramina concluduntur, ut non possint se remittere: ita trajecti in alteram partem eadem ratione vectibus per suculas extenduntur, donec aequaliter sonent. Ita cuneorum conclusionibus ad sonitum musicis auditionibus catapultae temperantur.

Dann werden sie mit Klammern in den Löchern festgehalten, daß sie nicht nachlassen können. So nach der anderen Seite gezogen, werden sie mit den Handspeichen durch die Welle gespannt, bis sie den gleichen Ton geben. So werden durch das Feststellen mit den Keilen die Katapulten nach dem musikalischen Gehör gestimmt.

Adresse an Hrn. Otto Bütschli zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 5. Dezember 1917.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Indem die Preußische Akademie der Wissenschaften Ihnen zur Feier Ihres fünfzigjährigen Doktorjubiläums ihre herzlichsten Glückwünsche ausspricht, erinnert sie sich wie einst an dem Tage, an dem Sie in die Reihe ihrer korrespondierenden Mitglieder eintraten, der großen und bleibenden Verdienste, welche Sie durch bahnbrechende Forschungen sich um die zoologische Wissenschaft erworben haben. Noch als junger Doktor legten Sie als einer der ersten mit den Grund für die Erkenntnis des feineren Baues der Zelle, über welchen seitdem so zahlreiche Mikroskopiker mit großem Erfolg weitergearbeitet haben. In Ihren »Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien« lieferten Sie ein fundamentales Werk, welches in den Abhandlungen der Senkenbergischen Gesellschaft Ihrer Vaterstadt Frankfurt 1876 veröffentlicht, ein würdiges Seitenstück auf tierischem Gebiet zu Strasburgers berühmtem Buch über »Zellbildung und Zellteilung« bildet. Als scharfsinniger und ausdauernder Beobachter konnten Sie schon mit den einfachen, damals gebräuchlichen Mitteln der mikroskopischen Technik in den ersten Stadien der Entwicklung des tierischen Eies und im Lebenszyklus der Infusorien zahlreiche neue Erscheinungen beobachten, welche bald zum Ausgangspunkt weiter sich anschließender Entdeckungen von großer biologischer Wichtigkeit geworden sind, auf dem Gebiete der Reife und Befruchtung des Eies, der Zellteilung und der Protozoenkunde.

Neben den Zellproblemen hat das Leben der einzelligen Organismen jahrzehntelang Ihr besonderes Interesse erregt. Außer den Infusorien haben Sie auch den Bau und die Lebensverhältnisse vieler Rhizopoden, ferner der Cilioflagellaten und Noctilucen, der Bakterien und Cyanophyceen studiert. Bei der Herausgabe von Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs konnte daher die Naturgeschichte der Protozoen gewiß von niemand besser als von Ihnen in zusammenfassender und sachkundiger Weise bearbeitet werden.

Ein drittes Gebiet, zu dessen Aufklärung Sie in verschiedenen Zeiten immer wieder zum Mikroskop gegriffen haben, ist die vielumstrittene Frage nach der feineren Struktur des Protoplasma gewesen. Hier wurden Sie zum Begründer der Schaum- oder Wabentheorie, welche viele Anhänger unter Botanikern und Zoologen gewonnen und jedenfalls unseren Einblick in die Struktur der lebenden Substanz wesentlich erweitert hat. Bemüht, alle Lebensvorgänge von weiteren Gesichtspunkten aus zu beurteilen, nahmen Sie die Wabentheorie zum Ausgangspunkt für vergleichende Untersuchungen, auch der Struktur lebloser Substanzen. Durch Vermischung von eingedicktem Olivenöl mit kohlensaurem Kali oder mit Kochsalz oder mit Rohrzucker gelang es Ihnen, feinste Schäume herzustellen, deren Grundmasse Öl ist, das von zahlreichen, allseitig abgeschlossenen und von wässeriger Flüssigkeit erfüllten Räumchen durchsetzt ist. Sie erforschten an ihnen mit Hilfe stärkster Vergrößerung die Regeln der Wabenanordnung. Sie stellten die Bildung einer besonderen Alveolarschicht als Begrenzung der Oberfläche, die Anordnung beigemischter Rußpartikelchen in den Knotenpunkten des Wabenwerkes fest und konnten zugleich darauf hinweisen, wie ähnliche Verhältnisse sich auch in der Wabenstruktur des Protoplasma wiederfinden lassen. Im Verlauf Ihrer Experimente machten Sie die interessante und Aufsehen erregende Beobachtung, daß die von Ihnen hergestellten künstlichen chemischen Gemische Bewegungsvorgänge zeigen, welche eine außerordentliche Ähnlichkeit mit der Bewegung lebenden Protoplasmas darbieten. Sie wurden hierdurch angeregt, im Anschluß an den Physiker Quincke eine mechanische Theorie der Protoplasmabewegungen auszuarbeiten. Ihren Studien über künstliche Schäume reihten Sie dann später noch »Untersuchungen über die Mikrostruktur künstlicher und natürlicher Kieselsäuregallerten« sowie einiger anderer Substanzen an.

Vom Beginn Ihrer wissenschaftlichen Laufbahn an haben Sie den Schwerpunkt Ihrer Tätigkeit auf die Erforschung des Tatsächlichen gelegt. Abhold voreiligen Hypothesen, haben Sie unbeirrt an der Ansicht festgehalten, der Sie schon als junger Forscher in Ihrem ersterwähnten berühmten Werk in dem Motto des Titelblattes: »Grau, teurer Freund, ist alle Theorie«, Ausdruck gegeben haben.

Möge Ihnen vergönnt sein, auch in den weiteren Lebensjahren neue Beobachtungen von gleicher Bedeutung zu dem reichen Schatz Ihrer Lebensarbeit noch hinzuzufügen!

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

1917.
LII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Hr. Planck.

1. Hr. Hellmann sprach »Über strenge Winter«.

Es wird eine neue Methode zur Vergleichung der Winter untereinander entwickelt und auf die letzten 150 Jahre in Berlin angewandt. In diesem Zeitraum hat es 24 sehr strenge Winter gegeben. Der strengste war der von 1829/30, dem der Winter 1788/89 nur wenig nachstand. Der letzte Winter (1916/17) kann nur als mittelstreng bezeichnet werden. Die Zahl der sehr strengen Winter hat seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts stark abgenommen, während sie in der Periode 1788 bis 1845 groß war, nämlich 17. Es liegt also eine sicher nachgewiesene Klimaschwankung vor. Zur Ausbildung eines sehr strengen Berliner Winters gehört das Vorhandensein einer langandauernden Schneedecke und die Verlagerung des sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen bis nach Finnland oder Schweden.

2. Hr. Correns legte eine Abhandlung von Hrn. Prof. Dr. Max Hartmann, Abteilungsvorsteher am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem vor: »Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales). II. Mitteilung. Über die dauernde, rein agame Züchtung von *Eudorina elegans* und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem.«

Von *Eudorina elegans* konnte die Befruchtung bzw. geschlechtliche Fortpflanzung durch Züchtung in Nährsalzlösung bestimmter Konzentration völlig ausgeschaltet werden, und es wurden in genau kontrollierten Zählkulturen während $2^1/_2$ Jahren 550 Generationen ohne jegliche Degeneration und Depression sowie ohne sonstige Zellregulation erhalten. Nach diesem Zuchtresultat darf wohl angenommen werden, daß eine solche, rein agame Zucht in dieser Weise dauernd möglich ist. Die Frage, ob die Bedeutung der Befruchtung in einer Verjüngung bestehe, ist damit im negativen Sinne entschieden.

Über strenge Winter.

Von G. Hellmann.

Der letzte Winter (1916/17), der vielfach für strenger gehalten wurde, als er in Wirklichkeit war, gab mir die unmittelbare Veranlassung zu der vorliegenden Untersuchung, in der der Versuch gemacht wird, eine neue Methode zur Bestimmung des Temperaturcharakters der Winter zu entwickeln und bei ihrer Anwendung auf die letzten 150 Jahre in Berlin einige Ergebnisse abzuleiten.

Die Literatur über einzelne sehr strenge und über sehr milde Winter in Europa ist groß. Es fehlt auch nicht an zusammenfassenden Darstellungen darüber, aber in allen vermißt man eine strengere Methode zur Vergleichung der Winter untereinander. Die älteren Autoren, wie Pilgram, Mann, Pfaff, Peignot und Arago, beurteilen den Temperaturcharakter eines Winters meist nur nach den in ihm eingetretenen Temperaturextremen, die Cotte für mehrere Orte sogar zu regionaler Mittelbildung vereinigt. Später wurde zur Klassifizierung, namentlich der strengen Winter, die stets im Vordergrunde des Interesses standen, oft die mittlere Temperatur der ganzen Jahreszeit benutzt. Sie ist dazu aber wenig geeignet, weil der Winter nur höchst selten einen einheitlichen Witterungscharakter besitzt, vielmehr gewöhnlich Perioden mit positiven und negativen Anomalien miteinander abwechseln, so daß sich im Mittelwert der Temperatur ein Ausgleich vollzieht. Es kann daher vorkommen, daß ein Winter nach seinem Mittelwert beurteilt normal erscheint, während er in Wirklichkeit teils zu kalt, teils zu warm war. Auch die Summe der Abweichungen der einzelnen Monatsmittel von den Normalwerten, so brauchbare Ergebnisse sie mir bei anderer Gelegenheit geliefert hat (Über gewisse Gesetzmäßigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten, diese Sitzungsberichte 1885, 205—214), eignet sich nicht zum Vergleich der Winter untereinander, weil auch innerhalb eines Monats der Witterungscharakter sehr häufig wechselt. Viel eher könnte man fünftägige Zeiträume (Pentaden) dazu benutzen und die Summe der negativen Abweichungen der Pentaden in den drei Monaten des meteorologischen

Winters (Dezember, Januar, Februar) oder, mit Rücksicht auf die Vorwinter und Nachwinter, in den fünf Monaten November bis März als ein Maß der Winterkälte ansehen. Noch genauer aber wird man die wirklichen Verhältnisse erfassen, wenn man auf den Tag als Zeiteinheit zurückgeht. Den einzigen Versuch dieser Art hat meines Wissens A. Angot gemacht (Sur un mode de classification des hivers. Annuaire d. l. Soc. météorol. d. France 1913. 109—112). Er zieht alle Tage, an denen die Temperatur unter Null Grad gesunken ist (Frosttage) in Betracht und hält die Summe der an diesen Tagen beobachteten Temperaturminima für die geeignetste Vergleichszahl. Zugleich teilt er die betreffenden Summen aus dem Zeitraum 1872/73—1911/12 für Paris mit. Da aber nicht bloß bei uns, sondern auch in Paris sowie überhaupt im größten Teil von Nord- und Mitteleuropa die Temperatur häufig noch im Frühjahr und ebenso schon im Herbst bei Nacht unter 0° herabgeht, während es tagsüber recht warm werden kann, so erweist sich die Summe aller negativen Temperaturminima zur Charakterisierung des eigentlichen Winters als nicht sehr passend. Richtiger erscheint es mir, die Eistage dazu zu wählen, d. h. diejenigen Tage, an denen die Temperatur den ganzen Tag hindurch unter dem Eispunkt bleibt. Das sind richtige Wintertage.

Die Summe der an den Eistagen eingetretenen niedrigsten Temperaturen oder, vielleicht noch besser, die Summe der Mitteltemperaturen der Eistage würde eine gute Charakterzahl für die Vergleichung der Winter untereinander liefern. Da aber Minimumthermometer in Berlin erst seit 1829 regelmäßig im Gebrauch sind — auch in anderen langen Beobachtungsreihen des In- und Auslandes wurden Extremthermometer kaum viel früher eingeführt —, läßt sich diese Methode der Darstellung der Winterkälte erst vom Winter 1829/30 ab in Anwendung bringen. Um nun die besonders strengen Winter aus dem Ende des 18. und dem Anfang des 19. Jahrhunderts mit zum Vergleich heranziehen zu können, mußte ich einen anderen Weg einschlagen. Es lag nahe, statt der Eistage die Tage mit negativem Temperaturmittel zu nehmen. Letztere sind etwas zahlreicher als erstere, weil es manche Tage gibt, deren Temperaturmittel zwar unter 0° liegt, an denen aber die Temperatur zeitweilig über den Gefrierpunkt steigt.

Zur Prüfung der Frage, wieweit unter sich vergleichbare Zahlenwerte durch beide Methoden erhalten werden, wurde für die 14 kältesten Winter von 1829/30 bis jetzt sowohl die Summe der Temperaturmittel an den Eistagen als auch die Summe der negativen Tagesmittel gebildet, und zwar immer für die fünf Monate von November bis März. Die graphische Darstellung der beiden erhaltenen Zahlenreihen durch Kurven zeigt, daß diese fast parallel zueinander verlaufen, was

Tab. 1. Charakterzahlen der Winter 1766/67 bis 1916/17 in Berlin.

Winter	November bis März: Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur: November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	Zahl: November bis März	Tagesmittel ≤ −10°: Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel	Dezember bis Februar: Tagesmittel ≥ 6°: Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Höchstes Tagesmittel
1766/67	0	6	179	16	0	201	33	7	5	−14.3	18	18	9.6
67/68	0	48	108	48	18	222	45	6	5	−14.1	14	6	10.2
68/69	0	12	21	38	1	72	18	—	—	− 9.6	5	1	9.1
69/70	14	32	74	24	44	188	61	—	—	− 9.6	4	2	7.1
1770/71	20	6	111	91	52	280	70	2	1	−11.2	4	4	8.6
71/72	14	5	41	16	15	91	47	—	—	− 6.4	5	2	11.4
72/73	0	18	28	59	7	112	39	—	—	− 9.6	9	4	7.5
73/74	17	4	81	32	1	135	39	—	—	− 7.9	8	3	8.5
74/75	97	80	79	11	0	267	55	7	4	−15.9	5	2	7.9
75/76	10	32	303	24	0	369	54	13	4	−20.8	2	1	8.5
76/77	4	46	107	103	20	280	74	1	1	−11.9	—	—	5.4
77/78	0	28	80	59	4	171	51	—	—	− 8.5	1	1	6.9
78/79	0	0	64	2	0	66	20	—	—	− 8.8	22	4	10.8
79/80	1	15	92	56	0	164	54	—	—	− 9.2	6	3	11.4
1780/81	0	56	77	18	0	151	49	—	—	− 8.3	1	1	7.1
81/82	0	65	25	124	27	241	57	4	3	−16.0	8	2	8.3
82/83	18	34	37	3	17	109	43	—	—	− 7.8	19	12	8.5
83/84	5	96	202	94	14	411	85	12	12	−16.6	—	—	4.2
84/85	0	41	47	86	104	278	85	1	1	−18.3	—	—	5.2
85/86	1	15	84	49	67	216	40	5	5	−14.6	5	4	9.7
86/87	51	52	77	10	0	190	50	—	—	− 9.8	1	1	6.3
87/88	5	5	20	71	32	133	51	—	—	− 8.9	5	4	9.4
88/89	33	346	179	6	88	652	81	27	15	−21.9	2	2	7.2
89/90	9	5	8	9	0	31	16	—	—	− 3.9	13	4	10.9
1790/91	4	7	4	11	0	26	18	—	—	− 4.3	3	1	7.6
91/92	26	10	71	107	27	241	61	3	2	−13.5	3	2	7.0
92/93	17	27	113	0	10	167	45	2	2	−15.7	5	2	7.2
93/94	0	20	46	4	1	71	30	—	—	− 5.7	9	5	10.2
94/95	3	123	266	50	16	458	78	17	7	−19.2	3	3	8.0
95/96	0	3	1	21	40	65	21	—	—	− 6.8	31	10	10.9
96/97	4	88	37	2	9	140	45	—	—	− 8.5	3	2	7.0
97/98	5	2	24	11	6	48	30	—	—	− 5.6	3	2	6.8
98/99	26	172	176	169	24	567	83	15	6	−20.4	—	—	5.6
99/00	5	183	133	118	107	546	93	13	4	−20.1	—	—	5.2
1800/01	0	34	24	67	0	125	46	—	—	− 8.2	2	2	6.8
01/02	0	33	116	8	1	158	40	4	4	−15.4	2	1	7.2
02/03	0	8	276	110	20	414	57	19	6	−17.4	2	2	7.8
03/04	3	84	29	71	76	263	69	3	2	−12.8	18	6	8.9
04/05	38	161	217	83	17	516	95	14	5	−19.1	—	—	4.6
05/06	23	34	7	9	5	78	40	—	—	− 6.8	8	2	9.6
06/07	0	3	28	12	20	63	42	—	—	− 3.9	14	5	9.6
07/08	2	3	60	61	58	184	67	1	1	−10.7	—	—	5.4
08/09	12	196	206	28	8	450	75	15	4	−19.4	7	4	8.0
09/10	5	4	118	72	3	202	53	3	2	−13.0	2	1	6.3
1810/11	8	14	178	53	0	253	49	6	3	−15.4	1	1	7.6
11/12	4	13	107	39	11	174	62	1	1	−10.2	3	2	6.3
12/13	20	236	116	15	20	407	75	13	10	−17.2	4	2	9.8
13/14	5	8	158	182	51	404	77	7	4	−17.2	—	—	3.9
14/15	0	51	171	12	1	235	51	5	4	−12.2	9	7	10.0
15/16	15	92	44	87	8	246	64	7	5	−14.4	—	—	5.2
16/17	56	59	22	0	0	137	39	—	—	− 7.8	2	1	6.3
17/18	0	55	41	27	0	123	38	2	2	−14.1	6	3	10.2
18/19	7	63	18	1	0	89	36	—	—	− 8.3	—	—	5.9
19/20	15	131	208	25	8	387	72	13	10	−21.7	—	—	5.0

Winter	November bis März: Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur: November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	Zahl: November bis März	Tagesmittel ≥ −10°: Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Niedrigstes Tagesmittel	Dezember bis Februar: Tagesmittel ≥ 6°: Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Höchstes Tagesmittel
1820/21	35	145	40	40	36	296	[illegible]	7	3	−14.4	6	5	9.1
21/22	0	0	13	0	0	13	8	—	—	− 3.5	13	3	8.7
22/23	9	104	324	32	0	469	56	22	7	−19.8	1	1	6.1
23/24	1	6	6	2	3	18	15	—	—	− 2.4	9	5	11.8
24/25	0	0	4	31	36	71	26	—	—	− 7.0	14	3	9.6
25/26	0	2	181	11	0	194	34	6	4	−17.3	10	4	[illegible]
26/27	2	5	100	193	1	301	53	8	2	−15.6	3	3	[illegible]
27/28	24	18	131	86	9	268	44	7	5	−16.8	6	2	9.1
28/29	8	28	191	124	12	363	71	8	5	−18.5	6	3	[illegible]
29/30	36	274	238	127	8	683	94	28	13	−20.4	1	1	[illegible]
1830/31	2	51	149	34	0	236	51	10	5	−13.9	2	2	[illegible]
31/32	16	47	74	11	3	151	42	2	2	−13.8	8	8	11.9
32/33	8	18	116	9	21	172	48	—	—	− 9.8	6	3	11.5
33/34	3	3	10	24	1	41	27	—	—	− 4.8	25	7	11.1
34/35	12	10	26	5	0	53	24	—	—	− 4.8	15	3	8.2
35/36	47	72	56	15	0	190	52	3	2	−12.8	3	1	7.5
36/37	15	59	40	48	33	195	49	1	1	−10.6	12	6	8.4
37/38	0	42	317	148	2	509	67	22	9	−20.2	2	1	6.4
38/39	47	36	42	17	33	175	64	—	—	− 8.5	5	5	8.1
39/40	0	64	108	19	10	201	48	6	4	−15.8	9	3	10.6
1840/41	0	187	89	161	23	460	77	14	9	−17.2	—	—	5.4
41/42	0	0	127	23	1	151	37	—	—	− 9.8	4	2	10.0
42/43	38	3	26	0	12	79	30	—	—	− 5.8	9	3	8.0
43/44	0	2	66	50	11	129	42	1	1	−10.5	6	4	9.2
44/45	3	150	31	166	155	505	99	11	4	−14.4	—	—	3.0
45/46	0	11	56	10	0	77	26	—	—	− 8.8	9	6	10.0
46/47	2	126	131	59	19	337	78	3	2	−10.4	—	—	5.8
47/48	0	82	293	8	3	386	59	13	6	−16.8	11	5	9.6
48/49	0	57	131	2	7	197	34	4	3	−15.5	19	7	11.7
49/50	31	112	210	3	34	390	71	11	3	−19.1	8	3	8.4
1850/51	4	13	28	11	21	77	42	—	—	− 6.5	6	2	7.3
51/52	15	14	0	11	20	60	36	—	—	− 4.5	13	6	10.1
52/53	2	5	0	65	80	152	44	—	—	− 7.8	16	5	[illegible]
53/54	15	99	45	27	0	186	60	1	1	−11.9	2	1	6.7
54/55	14	2	105	214	9	344	60	12	4	−19.0	3	1	6.7
55/56	20	151	48	32	15	266	64	6	4	−15.2	9	5	8.8
56/57	24	27	73	38	5	167	51	2	2	−10.9	8	3	10.7
57/58	10	4	81	113	38	246	60	3	2	−10.7	6	4	10.4
58/59	38	22	17	1	1	79	39	—	—	− 7.2	9	2	8.7
59/60	2	82	14	34	17	149	50	—	—	− 9.2	6	6	8.8
1860/61	4	85	194	2	0	285	47	12	6	−16.0	8	6	10.0
61/62	3	13	99	42	5	162	45	3	3	−12.3	3	2	8.4
62/63	29	38	8	0	1	76	30	—	—	− 9.9	11	3	8.7
63/64	3	13	174	45	0	235	44	7	2	−13.3	8	2	7.5
64/65	6	92	52	150	27	327	73	4	2	−12.9	—	—	5.1
65/66	0	2	3	11	4	20	16	—	—	− 4.9	22	9	10.2
66/67	2	11	58	1	32	104	41	—	—	− 8.1	14	4	9.9
67/68	2	58	75	0	0	135	37	2	2	−11.2	11	5	9.2
68/69	7	3	64	1	1	76	28	1	1	−10.5	27	8	10.9
69/70	3	26	26	167	6	228	52	8	8	−15.9	3	2	7.8
1870/71	0	138	167	108	0	413	62	16	6	−17.9	6	2	8.6
71/72	3	74	17	9	0	103	36	1	1	−12.1	—	—	5.0
72/73	0	16	14	27	0	57	23	—	—	− 7.2	14	7	9.5
73/74	0	12	6	13	0	31	17	—	—	− 5.9	11	3	8.3
74/75	2	35	34	107	29	207	62	1	1	−11.7	8	7	10.0
75/76	20	80	89	20	0	209	47	1	1	−12.7	8	2	10.0

Winter	November bis März										Dezember bis Februar		
	Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur						Zahl	Tagesmittel ≦ −10°		Niedrigstes Tagesmittel	Tagesmittel ≧ 6°		Höchstes Tagesmittel
	November	Dezember	Januar	Februar	März	November bis März	November bis März	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage		Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	
1876/77	21	86	9	5	16	137	33	5	5	−15.8	23	8	11.3
77/78	0	13	9	2	2	26	17	—	—	− 6.3	12	5	8.3
78/79	0	23	85	34	13	155	54	1	1	−10.1	5	3	9.6
79/80	21	144	62	16	2	245	62	2	1	−15.0	4	2	8.4
1880/81	0	1	157	30	18	206	47	5	3	−13.1	8	2	8.6
81/82	4	6	9	8	0	27	22	—	—	− 3.3	9	2	11.3
82/83	8	20	42	7	51	128	50	—	—	− 6.7	7	3	9.6
83/84	0	23	5	4	4	36	18	—	—	− 5.1	17	4	9.5
84/85	32	12	81	9	2	136	41	—	—	− 9.0	16	4	11.3
85/86	10	32	53	100	73	268	77	2	2	−11.4	3	1	6.7
86/87	0	17	98	35	17	167	49	5	5	−12.4	3	2	7.0
87/88	5	40	61	77	66	249	64	1	1	−10.3	2	1	7.9
88/89	20	7	101	60	40	228	59	3	2	−11.7	1	1	7.2
89/90	3	35	8	37	23	106	43	—	—	− 6.2	2	1	6.5
1890/91	43	142	120	13	3	321	64	11	4	−14.1	—	—	4.0
91/92	0	14	85	28	31	158	45	2	2	−11.7	9	3	10.4
92/93	23	52	238	25	0	338	56	12	6	−18.5	8	3	7.7
93/94	2	15	84	17	0	118	37	2	2	−15.0	9	3	9.9
94/95	2	17	92	113	13	237	63	5	2	−10.6	—	—	5.1
95/96	21	46	30	24	2	123	44	—	—	− 8.8	4	3	7.5
96/97	14	35	97	50	0	196	54	—	—	− 9.6	5	5	9.6
97/98	4	4	4	3	0	15	16	—	—	− 2.1	5	2	8.1
98/99	1	2	8	19	19	49	27	—	—	− 5.2	26	9	10.4
99/00	0	116	35	29	17	197	43	5	2	−13.2	8	4	10.1
1900/01	0	9	129	84	6	228	50	5	5	−12.8	6	2	7.6
01/02	0	16	3	34	7	60	36	—	—	− 5.3	11	3	10.5
02/03	32	104	64	5	0	205	42	2	2	−10.4	16	3	10.8
03/04	0	27	39	19	7	92	39	—	—	− 6.6	2	2	6.5
04/05	0	10	61	6	0	77	22	1	1	−10.8	8	3	9.2
05/06	0	15	36	0	2	53	23	—	—	− 8.4	8	2	9.5
06/07	0	84	71	48	2	205	46	5	4	−15.2	3	2	8.2
07/08	10	31	43	6	2	92	37	—	—	− 8.7	8	3	8.0
08/09	17	74	54	59	19	223	70	4	4	−14.7	1	1	6.3
09/10	5	10	8	1	0	24	19	—	—	− 3.4	18	3	8.5
1910/11	2	5	19	10	0	36	26	—	—	− 4.4	12	3	8.0
11/12	0	0	113	49	0	162	27	6	3	−12.7	11	4	11.2
12/13	1	0	42	12	0	55	22	—	—	− 7.8	15	7	9.2
13/14	0	3	84	0	0	87	23	—	—	− 8.6	13	5	9.2
14/15	4	3	29	17	20	73	33	—	—	− 5.8	11	3	10.9
15/16	20	20	7	14	0	61	23	1	1	−10.0	15	5	10.0
16/17	6	3	86	96	46	237	60	4	4	−14.5	6	2	8.2
Mittel 1766/67 bis 1915/16	10.0	47.4	82.2	42.1	15.4	197.1	41.0	4.0	—	—	7.1	—	—

auch darin zum Ausdruck kommt, daß der Quotient beider Summen um den Mittelwert 1·08 nur wenig schwankt. Es ist somit gerechtfertigt, die Summe aller Tagesmittel der Temperatur unter 0° in den 150 bzw. 151 Tagen zwischen dem ersten November und letzten März als ein Maß für die Winterkälte anzusehen.

Zur Nutzanwendung der neuen Methode wählte ich die lange Beobachtungsreihe von Berlin. da hier die Temperaturmittel für alle Tage der 150 Jahre von 1766 bis 1915 schon für andere Zwecke berechnet vorlagen und ohne weiteres dafür verwendet werden konnten[1]. Die erlangten Ergebnisse haben aber nicht bloß für den Beobachtungsort Gültigkeit, sondern für das mittlere Norddeutschland, da Temperaturanomalien nicht lokal auftreten. sondern eine größere räumliche Ausdehnung haben.

Aus Tabelle 1 ergibt sich, daß die Summe der negativen Temperaturmittel in den genannten 150 Wintern zwischen 13 (1821/22) und 683 (1829/30) schwankt und im Mittel 197 beträgt. Wenn der Mittelwert der unteren festen Grenze (Null) sehr viel näher liegt als der oberen, so stimmt das mit der schon lange bekannten Tatsache überein, daß im Winter die größte negative Temperaturanomalie in ihrem Betrage die größte positive erheblich übertrifft, oder, was auf dasselbe hinausläuft, daß, nach dem Mittelwert beurteilt, milde Winter häufiger sind als strenge. Die Verteilung nach Schwellenwerten ist folgende:

Summe der negativen Tagesmittel	Anzahl	Summe der negativen Tagesmittel	Anzahl
1—40	12	361—400	5
41—80	25	401—440	5
81—120	11	441—480	4
121—160	20	481—520	3
161—200	20	521—560	1
201—240	18	561—600	1
241—280	15	601—640	0
281—320	3	641—680	1
321—360	5	681—720	1

Der erste häufigste oder Scheitelwert liegt etwa bei 60, der zweite bei 160, beide also unterhalb des Mittelwertes 197; oberhalb 280 erfolgt eine rasche Abnahme in der Anzahl, d. h. Winter, in denen die Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur den Wert 280° übersteigt, dürfen zu den selteneren gerechnet werden.

So geeignet die Summe der negativen Temperaturmittel zu einem ersten Vergleich der Winter untereinander ist, so erweist sie sich zur näheren Charakterisierung der Winter noch nicht als ausreichend, da

[1] Vgl. G. Hellmann, Die wärmsten und die kältesten Tage in Berlin seit 1766. Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1916. Berlin 1917. 8°.

es eine große Bedeutung hat, zu wissen, wie sie zustande gekommen ist. Eine hohe Summe kann nämlich einmal dadurch entstehen, daß fast den ganzen Winter hindurch mäßige Kälte (z. B. 100 Tage lang Temperaturmittel von — 4° bis — 5°) geherrscht hat, sodann aber auch auf die Weise, daß es kurze Zeit ungewöhnlich kalt war, während im übrigen Teil des Winters mäßige Kälte überwog. Es ist daher notwendig, außer der Zahl der Tage mit negativen Temperaturmitteln auch die Zahl der Tage mit extremen Temperaturen anzugeben. Für die strengen Winter habe ich als Schwellenwert das Tagesmittel von — 10° gewählt und für die milden das von 6°, entsprechend dem empirischen Gesetz, daß im Winter die negativen Anomalien nahezu doppelt so groß sind als die positiven. Da ferner die Strenge oder die Milde eines Winters um so stärker empfunden wird, je mehr solche Tage mit extremen Temperaturen unmittelbar aufeinander folgen, wurde auch deren größte Zahl in Tabelle 1 mitgeteilt. Schließlich enthält sie auch die absolut niedrigsten und höchsten Tagesmittel. Diese höchsten Tagesmittel sowie die Zahlen für die Häufigkeit der Tagesmittel $\geqq 6°$ gelten aber nur für die drei Monate des eigentlichen Winters (Dezember, Januar, Februar), da es nichts Auffälliges ist, wenn im März schon solche warmen Tage auftreten. Dann sprechen wir von einem Vorfrühling und fassen die Witterung nicht mehr als milden Winter auf. Und ebenso im November, in dem mildes Wetter uns als ein verspäteter oder verlängerter Herbst erscheint. Dagegen wird strenge Kälte im November und im März mit Recht als Vorwinter bzw. Nach- oder Spätwinter bezeichnet.

So enthält also Tabelle 1 die zur Beurteilung der Berliner Winter von 1766 bis jetzt notwendigen Charakterzahlen und kann als Ausgangspunkt von mancherlei Untersuchungen dienen. Hier soll nur auf die sehr strengen Winter näher eingegangen werden.

Sehr strenge Winter.

Eine natürliche Grenze zwischen strengen und sehr strengen Wintern gibt es nicht. Ich will zu den sehr strengen Wintern alle diejenigen rechnen, bei denen die Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur vom 1. November bis 31. März mindestens 320° und zugleich die Zahl der Tagesmittel $\leqq -10°$ mindestens 7 (Dauer einer Woche) beträgt[1]. In den 150 Jahren seit 1766/67 hat es 24 solche

[1] Bei der Beurteilung der Strenge eines Winters wäre eigentlich das Ausdehnungsgebiet mit zu berücksichtigen, doch läßt es sich hier nicht in Betracht ziehen, da die Summen der negativen Tagesmittel für dieselbe Periode von anderen Orten nicht zu haben sind. Auch die Windstärke muß außer acht bleiben.

Tab. 2. Die strengsten Winter in Berlin von 1766 bis 1917.

Winter	Summe | Zahl der negativen Tagesmittel der Temperatur		Tagesmittel ≦ −10°		Tagesmittel ≦ −15°		Niedrigstes Tagesmittel		Niedrigste beobachtete Temperatur[1]	
	Summe	Zahl	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Anzahl	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage	Betrag	Datum	Betrag	Datum
1829/30	683	94	28	13	11	5	−20.4	29. Jan	−25.0 −22.0	29. Jan 22. Dez
1788/89	652	81	27	15	13	5	−21.9	16. Dez.	(−25.6)	28. Dez.
1798/99	567	83	15	6	8	4 (2 mal)	−20.4 −19.4	25. Dez 7. Feb.	(−22.2) (−23.3)	24. Dez. 9. Feb.
1799/1800	546	93	13	4	2	2	−20.1	29. Dez.	(−23.6)	29. Dez.
1804/05	516	95	14	5	3	3	−19.1	31. Dez.	(−22.2)	31. Dez.
1837/38	509	67	22	9	7	4	−20.2	17. Jan.	−24.4	17. Jan.
1844/45	505	99	11	4	—	—	−14.4	16. März	−19.0	12. Feb.
1822/23	469	56	22	7	6	3 (2 mal)	−19.8	22. Jan.	(−26.2)	22. Jan.
1840/41	460	77	14	9	6	3	−17.2 −17.0	15. Dez. 8. Feb.	−19.2	16. Dez.
1794/95	458	78	17	7	5	5	−19.2	23. Jan.	(−22.2)	24. Jan.
1808/09	450	75	15	4 (2 mal)	3	2	−19.4	6. Jan.	(−23.3)	6. Jan.
1802/03	414	57	19	6	4	2 (2 mal)	−17.4	26. Jan.	(−20.0)	26. Jan.
1870/71	413	62	16	6	5	2 (2 mal)	−17.9 −16.5	1. Jan. 10. Feb	−20.8 −20.5	1. Jan. 11. Feb.
1783/84	411	85	12	12	3	1	−16.6	7. Jan.	(−18.8)	17. Jan.
1812/13	407	75	13	10	3	2	−17.2	19. Dez.	(−19.4)	17. Dez.
1813/14	404	77	7	4	1	1	−17.2	23. Feb.	(−20.6)	23. Feb.
1849/50	390	71	11	3 (3 mal)	3	3	−19.1	22. Jan.	−25.0	22. Jan.
1819/20	387	72	13	10	4	3	−21.7 −20.9	10. Jan. 15. Jan.	(−25.0)	15. Jan.
1847/48	386	59	13	6	5	3	−16.8 −16.6	6. Jan 26. Jan.	−20.8 −20.1	7. Jan. 26. Jan.
1775/76	369	54	13	4 (2 mal)	6	3	−20.8	27. Jan.	(−23.1)	27. Jan.
1828/29	363	71	8	5	3	3	−18.5	21. 22. »	−24.5	23. Jan.
1854/55	344	60	12	4	2	2	−19.0	10. Feb.	−24.9	11. Feb.
1892/93	338	56	12	6	2	2	−18.5	18. Jan	−23.1	19. Jan.
1890/91	321	64	11	4	—		−14.1	30. Dez.	−18.5	17. Jan.
1739/40	432	85	14	5	4	4	−18.1	10. Jan.	(−21.5) (−19.6)	7. Feb. 10. Jan.

Winter gegeben, die in der Tabelle 2, nach der Größe der Summen geordnet und unter Hinzufügung einiger weiterer charakteristischer Angaben, zusammengestellt sind. Diese vergleichende Übersicht läßt die Vorteile der hier entwickelten Methode der Klassifizierung der Winter sofort erkennen; sie zeigt, daß im genannten Zeitraum der Winter 1829/30 weitaus der härteste war und daß der Winter 1788/89

[1] Zahlen in Klammern sind Terminbeobachtungen, nicht Ablesungen am Minimumthermometer.

ihm nur wenig nachsteht. Welche vergebliche Mühe hat sich dagegen Pfaff gegeben, um zu ermitteln, welcher von den drei großen Wintern des 18. Jahrhunderts (1708/09, 1739/40, 1788/89) der strengste war[1]. Diese Frage läßt sich jetzt beantworten. Wenn auch die aus dem Jahre 1709 vorliegenden Temperaturbeobachtungen (vgl. Grischow in den Miscell. Berolin. VI, 313) nicht ausreichen, um die Summe der negativen Tagesmittel zu bilden, so geht doch aus vielen von Pfaff und anderen Autoren beigebrachten Angaben deutlich hervor, daß der Winter von 1708/09 in Berlin weniger streng war als der von 1739/40[2]. Es erübrigt also nur zu entscheiden, welcher von den beiden Wintern 1739/40 und 1788/89 der kältere war. Die Kirchschen Originalbeobachtungen von 1739/40 sind zwar nicht mehr in Berlin vorhanden, aber glücklicherweise hat Gronau eine Abschrift genommen, die sich jetzt im Besitz der Königlichen Akademie der Wissenschaften befindet. Nach ihr konnten die Charakterzahlen für diesen Winter abgeleitet und sodann in die Tabelle 2 am Ende eingefügt werden. Man sieht, daß der Winter 1739/40 lange nicht so streng war wie der von 1788/89, und es steht somit fest, daß der allerstrengste Winter in zwei Jahrhunderten, dem 18. und 19., der Winter 1829/30 gewesen ist. Er sowohl wie der von 1788/89 verdienen darum eine kurze Beschreibung.

Der Winter 1829/30 begann ungewöhnlich früh. Nachdem schon vom 12. November ab Nachtfröste eingetreten waren, die so stark wurden, daß am 27. November bereits —9.8° am Minimumthermometer abgelesen wurde und die Kanäle zufroren, blieb das Thermometer vom 1. Dezember bis zum 7. Februar, mit Ausnahme des 6. bis 8. und 14.—17. Januar, dauernd unter dem Gefrierpunkt. Am 20. Dezember fiel Schnee, »2½ Fuß hoch«, und in den folgenden Tagen, namentlich am 24. Dezember, wiederholt »sehr starker Schnee«[3], worauf die Kälte erheblich zunahm: am 23. zeigte das Minimumthermometer —21.6° und am 27. Dezember —22.0° bei »schneidendem Ostwind«; auch um Mittag erhob sich in diesen Tagen das Thermometer nicht über —10° bis —15°. Am letzten Tage des Jahres und am Neujahrstag stellte sich bei NW »dichter feuchter Nebel« ein, und nach

[1] Die zahlreichen strengen Winter zu Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts haben offenbar C. H. Pfaff dazu veranlaßt, eine zusammenfassende Untersuchung über solche Winter anzustellen, die er in zwei Bänden veröffentlichte: Über die strengen Winter vorzüglich des achtzehnten Jahrhunderts. Kiel 1809 und 1810. 8°.

[2] Der strenge Winter 1708/09 dauerte etwa vom 5. Januar bis 27. Februar; die größte Kälte scheint am 10. Januar 1709 gewesen zu sein, nämlich nur —19.1°. Die Reduktion der Skale auf Zentesimalgrade ist allerdings etwas unsicher. Beguélin (Nouv. Mém. Acad. Berlin 1784) verzeichnet als kältesten Tag den 12. Januar mit —18.0°.

[3] Der Gewährsmann ist der Beobachter Mädler, der in der Krausenstraße, also in der inneren Stadt, beobachtete.

»wenig merklichem« Tauwetter gegen Mitte Januar nahm nach abermaligen starken Schneefällen bei Winden aus dem östlichen Quadranten die Kälte wieder zu: am 29. zeigt das Minimumthermometer —25.0°, am 30. —24.3° (»auf dem freien Felde« —26 bis —28°). Es herrschte Bodennebel, und es fiel sogar am 31. Januar früh bei —21.6° Schnee[1]. Erst am 8. Februar machte ein »Glatteisregen« und plötzlich einsetzendes Tauwetter dem eigentlichen Winter ein Ende. Durch das Nachlassen der Kälte nach der Mitte des Dezember und im ersten Drittel des Januar zerfiel der Winter in drei Perioden, einen Vor-, Mittel- und Nachwinter.

Auch der Winter 1788/89 nahm schon im November seinen Anfang. Am 24. November sinkt das Tagesmittel auf —4.4°, und von diesem Tage bis zum 14. Januar, also 62 Tage lang, liegen die Temperaturmittel unter 0° (zwischen —2.0° und —21.9°). Die Kälte verstärkt sich, am 7. Dezember früh zeigt das Thermometer bei heiterem Wetter und NE-Wind bereits —18.3°, läßt aber vom 9. bis 12. etwas nach, um vom 13. ab von neuem zuzunehmen. Die tiefsten Temperaturen sind, wieder bei NE und hellem Himmel:

	früh	mittags	abends
15. Dezember	—22.8	—17.2	—21.7
16. »	—24.2	—19.4	—22.2.

Bei fallendem Barometer geht der Wind nach NW und zeitweilig SW um, es wird wärmer, und am 21. Dezember mittags steigt das Thermometer sogar bis auf 0°. Nun fällt an den Tagen vom 21. bis 25. viel Schnee, worauf es erheblich kälter wird. Schon am Morgen des 26. Dezember wird —13.3, am Abend —18.3 abgelesen; es tritt ein zweites Kältemaximum ein:

	früh	mittags	abends
27. Dezember	—18.3	—16.7	—22.2
28. »	—25.6	—17.8	—18.3.

Der Wind ist wieder NE, der Himmel heiter, nur am 28. morgens herrscht Nebel. Am 30. beginnt mit fallendem Barometer der Wind nach NW und W umzugehen, es wird trübe und etwas weniger kalt, gleichzeitig fällt Schnee; doch schon am 2. Januar hat bei stark steigendem Barometer der NE wieder die Herrschaft gewonnen und die Kälte versteift sich von neuem: am 4. Januar früh wird —19.4, abends

[1] Schneefall bei so tiefer Temperatur ist für Berlin etwas Ungewöhnliches, da nach Kassner (Meteorol. Zeitschr. 1908 S. 350) bisher nur ein Schneefall bei einer Temperatur zwischen —17 und —18° bekannt geworden ist. Mädler bemerkt ausdrücklich: »selbst in den allerkältesten Tagen fiel Schnee«. Aus anderen sehr strengen Wintern liegen Berichte über Eisstaub vor, der bei heiterem Himmel in der Sonne glitzerte, eine Erscheinung, die in den Polargebieten sehr häufig vorkommt.

— 20.0 und am 8. früh — 21.7 abgelesen. Am 13. Januar geht der Wind rechtsdrehend nach S und SW um, am 14. mittags fällt bei — 2.2° Glatteis, und mit dem am 15. früh einsetzenden Tauwetter geht der harte Winter in ganz ähnlicher Weise wie der von 1829/30, aber 3 Wochen früher, zu Ende.

Wie man sieht, zeigen sich viele gemeinsame Züge im Witterungsverlauf der beiden strengsten Winter. Sie treten auch bei den übrigen sehr strengen Wintern mehr oder weniger deutlich auf und gestatten das allgemeine Gepräge solcher Winter in Berlin abzuleiten:

1. In sehr strengen Wintern gibt es gewöhnlich mehrere (3 bis 4) Perioden größter Kälte, zwischen denen gelinderes Frostwetter oder leichtes Tauwetter herrscht. Eine Ausnahme machte der Winter 1783/84, der nur einen Zeitraum (von 12 Tagen) strengster Kälte hatte. Dafür gab es im Februar und März noch einen leichteren Nachwinter.

2. Wenn auch ein sehr strenger Winter oft schon im November anfängt oder erst im März endet, so tritt die größte Kälte doch meistens im Mittelwinter (Dezember, Januar) ein. Eine bemerkenswerte Ausnahme bietet der lange Winter 1844/45, in dem erst Mitte März die größte Kälte war. Späte Winter waren auch 1813/14, 1837/38, 1854/55. Die früheste Periode starker Kälte gehört dem Winter 1890/91 an, in dem die Tagesmittel des 26. und 27. November — 12.1° bzw. — 11.6° betrugen.

3. Zur Ausbildung eines sehr strengen Winters ist eine dicke, lange andauernde Schneedecke notwendig. Zu vielen Dutzend Malen findet man in den Beobachtungsjournalen die Bemerkung, daß nach starkem Schneefall die Kälte rasch zunahm. Die Ausstrahlung von der Oberfläche des frisch gefallenen Schnees, namentlich wenn er fein und pulverig ist, erniedrigt die Temperatur der auflagernden Luftschichten außerordentlich, zumal wenn heiterer Himmel und Windstille die Ausstrahlung begünstigt.

Die Zahl der Schneetage kommt dabei weniger in Betracht als die Menge des gefallenen Schnees und die Zahl der Tage mit Schneedecke. Über die beiden letzteren Elemente liegen leider nur unvollständige Beobachtungsreihen vor, doch kann ich für die Tage mit Schneedecke, deren durchschnittliche Zahl in Berlin 43 beträgt, bei einigen sehr strengen Wintern Angaben machen:

	Zahl der Tage mit Schneedecke	Größte Zahl aufeinanderfolgender Tage mit Schneedecke
1837/38	70	60 (5. Januar bis 5. März)
1840/41	63	43 (23. Januar bis 6. März)
1844/45	68	56 (27. Januar bis 23. März)
1849/50	86	45 (21. Dezember bis 3. Februar).

4. Die tiefsten in sehr strengen Berliner Wintern beobachteten Temperaturen liegen gewöhnlich zwischen — 20° und — 25°. Noch tiefer sank die Temperatur am 28. Dezember 1788[1] und am 22. Januar 1823, an welchen Tagen die Terminablesungen — 25.6° bzw. — 26.2° ergaben. Ein Minimumthermometer hätte wahrscheinlich — 27° bis — 28° angezeigt.

5. Sehr strenge Winter sind ausgezeichnet durch viel heiteres Wetter, das namentlich zur Zeit der größten Kälte vorherrscht; doch stellt sich dann auch manchmal leichter Bodennebel ein, seltener ist der Himmel bezogen.

6. In sehr strengen Wintern haben Winde aus dem östlichen Quadranten das Übergewicht. Während der größten Kälte wehte in allen in Tabelle 2 aufgeführten Wintern der Wind aus NE oder E. Daraus ist zu schließen, daß bezüglich der Luftdruckverteilung die strengsten Berliner Winter dem Typus A oder einem sehr ähnlichen der Teisserenc de Bortschen Nomenklatur angehören, d. h. sie verdanken ihr Entstehen der Verlagerung des sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen bis nach Finnland oder gar Schweden. Diese Luftdruckverteilung verbunden mit dem Vorhandensein einer mächtigen Schneedecke dürfen als die Grundbedingungen unserer sehr strengen Winter angesehen werden.

Wenn das weit nach Westen vorgeschobene Hochdruckgebiet längere Zeit Bestand gehabt hat, gewissermaßen stabil geworden ist, zeigt es, auch wenn es zeitweilig zurückgedrängt wird, immer wieder das Bestreben, sich einzustellen. Durch diese oft mehrmals sich wiederholenden Vorstöße des sibirischen Maximums, die bis in das Frühjahr hinein stattfinden können, und die zumeist auch die ziemlich regelmäßigen Kälteeinbrüche gegen Mitte März in Deutschland verursachen, werden die oben unter 1 erwähnten Wiedereintritte strengster Kälte herbeigeführt. E. Less hat diesem Gedanken in etwas anderem Zusammenhange schon Ausdruck gegeben (Über Eintritt und Wiederkehr strengerer Kälte. Landwirt. Jahrb. XXXVIII, Ergänzungsbd. V, 1909).

7. Daß zwei sehr strenge Winter unmittelbar hintereinander vorkommen, ist etwas seltenes. Die auffälligsten Beispiele waren die Winter 1798/99 und 1799/1800, 1812/13 und 1813/14, 1828/29 und 1829/30, 1846/47 und 1847/48. Dagegen ist ein sehr strenger Winter gar nicht so selten von einem oder mehreren strengen Wintern be-

[1] Am 28. Dezember 1788 früh notierten Gronau und Brand die oben angegebene Temperatur von — 25.6° (— 14° Fahrenheit), während der Beobachter der Akademie Achard — 26.4°, ein Nachbar von Gronau (also wahrscheinlich in der Parochialstraße) — 26.7° und von Knoblauch sogar — 28.3° ablas (»an einem völlig frei hängenden Thermometer«).

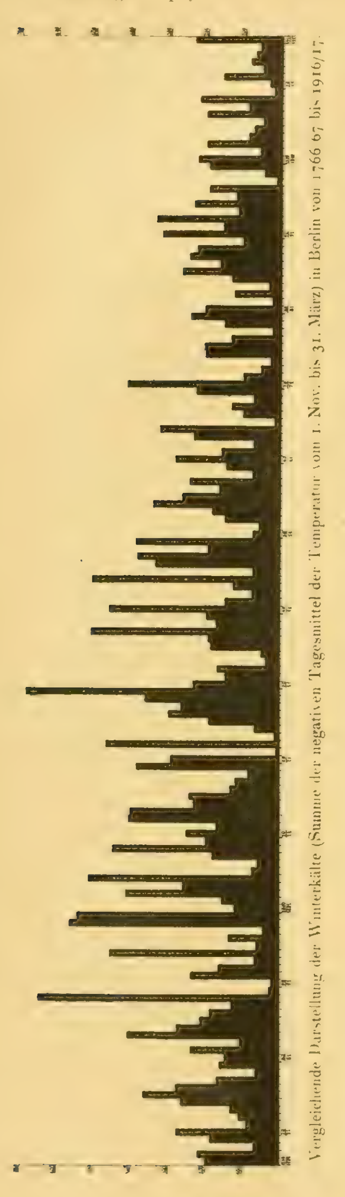
Tab. 3. Kälteste Perioden (Tagesmittel der Temperatur < −10°) in sehr strengen Wintern zu Berlin.

1775/76		1783/84		1788/89				1794/95		1798/99		1799/1800	
Jan. 7	−12.4	Dez. 31	−15.2	Dez. 6	−11.3	Dez. 26	−14.4	Dez. 18	−10.0	Dez. 13	−10.2	Dez. 19	−10.0
8	−12.2	Jan. 1	−13.9	7	−15.7	27	−19.1	19	−11.5	14	−10.4	20	−13.2
		2	−10.8			28	−20.6						
18	−12.4	3	−12.4	9	−12.0	29	−18.5	23	−11.3	24	−16.5	23	−10.6
19	−15.1	4	−15.3			30	−13.7	24	−13.7	25	**−20.4**		
20	−19.4	5	−14.7	13	−10.7	31	−12.2			26	−16.5	27	−11.8
21	−17.1	6	−14.0	14	−16.8	Jan. 1	−10.6	Jan. 2	−12.4	27	−17.2	28	−15.2
		7	**−16.6**	15	−20.6	2	−13.2	3	−13.2			29	**−20.1**
25	−11.0	8	−12.9	16	**−21.9**	3	−13.2	4	−10.7	Jan. 2	−10.6	30	−10.7
26	−14.5	9	−11.2	17	−18.3	4	−18.7						
27	**−20.8**	10	−13.2	18	−15.6	5	−14.6	13	−10.2	11	−13.2	Jan. 3	−11.5
28	−14.2	11	−12.4	19	−11.8	6	−13.5	14	−12.2	12	−12.2		
						7	−17.4	15	−14.4			5	−10.9
30	−14.6			23	−12.6	8	−19.1			Febr. 6	−13.2	6	−10.9
31	−16.3					9	−15.2	18	−10.2	7	−19.4	7	−12.2
Febr. 1	−16.1							19	−11.7	8	−18.5		
						13	−13.9	20	−18.1	9	−18.1	9	−10.9
								21	−18.0	10	−15.9	10	−12.8
								22	−17.5	11	−12.4		
								23	**−19.2**				
								24	−18.1				

1802/03		1804/05		1808/09		1812/13		1813/14		1819/20		1822/23	
Jan. 9	−10.6	Dez. 14	−10.6	Dez. 13	−13.9	Dez. 12	−11.7	Jan. 14	−12.2	Dez. 7	−11.1	Dez. 20	−10.2
10	−11.8			14	−14.4	13	−15.9	15	−12.6	8	−11.8		
11	−11.5	29	−12.2	15	−14.1	14	−16.7					22	−10.9
12	−12.2	30	−16.7	16	−12.6	15	−12.6	Febr. 15	−10.9	19	−12.0		
		31	**−19.1**			16	−12.8					30	−13.2
15	−15.2	Jan. 1	−15.2	18	−12.8	17	−10.7	22	−11.5	Jan. 7	−11.3	31	−13.9
16	−15.0	2	−10.4	19	−12.2	18	−12.6	23	**−17.2**	8	−12.2	Jan. 1	−13.0
17	−14.1					19	**−17.2**	24	−13.3	9	−16.9	2	−12.6
18	−14.6	5	−11.1	Jan. 4	−11.8	20	−14.6	25	−10.0	10	**−21.7**	3	−11.8
19	−12.4	6	−11.3	5	−18.9	21	−11.8			11	−19.8		
20	−11.3			6	**−19.4**					12	−11.7	5	−14.4
		9	−11.1	7	−12.6	24	−10.9			13	−10.6	6	−13.2
24	−10.6	10	−10.6			25	−12.6			14	−15.0	7	−13.2
25	−16.5			14	−12.4					15	−20.9	8	−14.1
26	**−17.4**	26	−10.4	15	−15.2	Jan. 18	−10.7			16	−14.8	9	−13.7
27	−12.2	27	−12.6	16	−12.2							10	−12.8
28	−11.1												
		Febr. 1	−11.7	20	−12.6							12	−10.2
Febr. 5	−10.4	2	−11.8	21	−13.3								
												21	−15.7
9	−11.1											22	**−19.8**
10	−14.4											23	−18.0
11	−10.7											24	−13.2
												25	−17.4
												26	−17.2
												27	−15.2
												Febr. 7	−10.2

1828/29		1829/30				1837/38		1840/41		1844/45	
Jan. 15	−12.7	Dez. 3	−11.0	Jan. 22	−11.1	Jan. 7	−14.2	Dez. 13	−11.6	Dez. 12	−12.8
		4	−12.1			8	−14.2	14	−15.0		
20	−14.3	5	−12.5	24	−10.3	9	−15.8	15	**−17.2**	Febr. 10	−11.6
21	**−18.5**	6	−12.1			10	−15.0	16	−16.0	11	−10.2
22	**−18.5**			26	−10.2			17	−12.0	12	−12.1
23	−17.7	22	−12.3	27	−12.0	12	−12.6				
24	−10.6	23	−18.3	28	−16.2	13	−12.6	Febr. 3	−11.8	19	−10.5
		24	−12.7	29	**−20.4**	14	−10.5	4	−15.8	20	−10.1
Febr. 11	−14.9	25	−14.3	30	−20.1	15	−11.3	5	−12.5		
12	−14.5	26	−18.0	31	−18.0	16	−15.4	6	−14.6	März 2	−12.5
		27	−14.4	Febr. 1	−15.0	17	**−20.2**	7	−15.0		
		28	−16.7	2	−12.6	18	−17.8	8	−17.0	13	−11.9
				3	−19.1	19	−17.0	9	−12.0	14	−12.6
		Jan. 5	−12.2	4	−16.4	20	−12.0	10	−11.6	15	−11.0
				5	−18.6			11	−10.7	16	**−14.4**
		13	−11.6	6	−12.0	22	−13.2				
				7	−11.6	23	−12.4				
						24	−16.3				
						Febr. 3	−14.4				
						5	−13.0				
						17	−13.3				
						18	−13.6				
						19	−10.4				
						20	−11.0				

1847/48		1849/50		1854/55		1870/71		1890/91		1892/93	
Jan. 4	−10.3	Dez. 11	−12.6	Jan 18	−12.7	Dez. 23	−14.8	Nov. 26	−12.1	Jan. 2	−12.0
5	−14.5	12	−13.3	19	−12.5	24	−15.0	27	−11.6		
6	**−16.8**	13	−10.1			25	−12.2			6	−13.3
7	−16.0			31	−11.8			Dez. 15	−10.8	7	−14.0
8	−14.8	23	−10.4	Febr. 1	−13.5	31	−12.5			8	−10.9
9	−10.6			2	−14.3	Jan. 1	**−17.9**	18	−10.3		
		Jan. 11	−11.0			2	−15.2	19	−10.7	12	−11.5
17	−11.4	12	−12.9	9	−16.7	3	−11.0				
18	−11.5	13	−10.8	10	**−19.0**			28	−12.8	14	−10.2
						30	−10.7	29	−14.0	15	−11.7
21	−10.2	15	−10.1	13	−10.1	31	−11.9	30	**−14.1**	16	−10.4
						Febr. 1	−11.8	31	−13.4	17	−13.5
26	−16.6	20	−16.3	17	−11.0					18	**−18.5**
27	−16.3	21	−16.5	18	−10.2	8	−10.8	Jan. 9	−10.0	19	−17.1
28	−15.0	22	**−19.1**	19	−12.6	9	−13.8				
29	−11.3			20	−12.3	10	−16.5	17	−11.3	23	−11.2
						11	−15.2				
						12	−13.4				
						13	−10.3				



Vergleichende Darstellung der Winterkälte (Summe der negativen Tagesmittel der Temperatur vom 1. Nov. bis 31. März) in Berlin von 1766/67 bis 1916/17.

gleitet. Die beigegebene graphische Darstellung zeigt diese Fälle am besten.

8. Eine Gesetzmäßigkeit in der Wiederkehr sehr strenger Winter nach bestimmten Zeitintervallen, wie sie von DE LA SALLE, RENOU, KÖPPEN u. a. gesucht worden ist, habe ich in der 150jährigen Berliner Reihe nicht finden können, desgleichen auch keinen Zusammenhang mit der Sonnenfleckenperiode.

9. Dagegen zeigt sich aufs deutlichste eine große Klimaschwankung in dem Sinne, daß die Jahre von etwa 1788 bis 1845 besonders viele strenge Winter, und zwar solche ersten Ranges, hatten, und daß seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ihre Zahl stark abgenommen hat. In den 58 Jahren von 1788 bis 1845 gab es 17 sehr strenge Winter, in den 61 Jahren von 1846 bis 1916 aber nur 6. Sämtliche 7 Winter, bei denen die Summe der negativen Tagesmittel 500 übersteigt, fallen in jene Periode, und 15 von den 16 Wintern mit einer Summe von mehr als 400. Umgekehrt hat die Zahl der milden Winter in den letzten 60 Jahren gegen früher merklich zugenommen. Die 7 sehr strengen Winter, in denen das Tagesmittel der Temperatur unter —20° herabging, gehören alle jener früheren Periode an; seit 1838 ist ein solches niedriges Tagesmittel nicht wieder vorgekommen.

Dieser Befund ist so interessant und wichtig, daß man sich fragen muß, ob er auch als wirklich verbürgt angesehen werden kann. Sind nicht vielleicht die älteren Beob-

achtungen mit Fehlern behaftet, die eine solche Verschiedenheit verursachen? Darauf ist zu antworten, daß die Berliner Beobachtungsreihe seit 1766 zwar nicht homogen ist — wie übrigens fast alle langen Reihen —, daß aber zu niedrige Temperaturen in der Periode 1788 bis 1845 höchst unwahrscheinlich sind. Instrumentalfehler, Aufstellungsmängel und Verschiedenheiten in der Bildung der Tagesmittel kommen hierbei in Betracht.

Da bei den alten Thermometern der Nullpunkt gewöhnlich in die Höhe ging, zeigten sie zu hoch; es wäre also bei ungenügend kontrollierten Instrumenten eher der entgegengesetzte Fehler zu erwarten. Ferner weiß man, daß ungünstige Thermometeraufstellungen gleichfalls meist zu hohe Temperaturen liefern. Dagegen hat die verschiedene Art der Tagesmittelbildung (von 1766 bis 1829 und seit 1848 aus drei Ablesungen, morgens, mittags, abends; von 1830 bis 1847 aus Maximum und Minimum) einige Ungleichheiten verursacht, die aber nicht sehr groß sein können, da im Winter der tägliche Gang der Temperatur klein ist. Aber nehmen wir selbst an, daß in jener Periode von 1788 bis 1845 alle Tagesmittel um einen halben Grad zu niedrig wären, was höchst unwahrscheinlich ist, so würde das bei einer Zahl von 90 Tagen mit negativem Tagesmittel in der Summe 45° ausmachen. Zieht man solche Summen von den in Tabelle 1 und 2 im Zeitraum 1788 bis 1845 verzeichneten ab, so bleiben immer noch so hohe Werte übrig, wie sie nach der Mitte des 19. Jahrhunderts nicht wieder vorgekommen sind.

Wir dürfen also an der Tatsache, daß in der Periode von etwa 1788 bis 1845 die sehr strengen Winter viel zahlreicher waren als nachher, nicht zweifeln; sie erklärt und bestätigt zugleich den schon früher gemachten Befund, daß die Monate Oktober bis März in dem Zeitraum 1756 bis 1847 eine merklich niedrigere Mitteltemperatur aufweisen als in der Periode 1848 bis 1907[1].

Der Grund einer solchen Klimaschwankung, deren zeitliche Begrenzung sich nicht absehen läßt, liegt noch völlig im dunkeln[2]. Da das Eintreten eines sehr strengen Winters in Nord- und Mitteleuropa zumeist von einer genügend kräftigen und langdauernden Verlagerung des

[1] Das Klima von Berlin. Von G. Hellmann. Unter Mitwirkung des Verfassers fortgeführt von G. v. Elsner und G. Schwalbe. Berlin 1910. 4°. S. 29 (Abhandl. d. Preuß. Meteorol. Inst. Bd. III Nr. 6). — Solche Unterschiede in den Mitteltemperaturen der Wintermonate zwischen früheren und neueren Perioden sind auch für Skandinavien von Ekholm und für Niederösterreich von Hann nachgewiesen worden.

[2] Zur Abschwächung der Winterkälte hat das Anwachsen der Stadt Berlin, in deren Innern die Beobachtungen gemacht wurden, etwas beigetragen, doch ist dieser Einfluß bei weitem nicht so groß, um das Seltenerwerden der sehr strengen Winter zu erklären. Dafür spricht auch der Umstand, daß für Lund, das klein geblieben ist, dasselbe Hinaufgehen der Wintertemperaturen nachgewiesen ist wie für das großgewordene Stockholm.

Tab. 4. Abweichungen der fünftägigen Temperaturmittel in Berlin in sehr strengen Wintern und den darauffolgenden Monaten.

Pentaden		1775/76	1783/84	1788/89	1794/95	1798/99	1799/1800	1802/03	1804/05	1808/09	1812/13	1813/14	1819/20
November	2—6	− 3.3	− 1.2	1.4	4.4	0.6	2.2	1.8	− 8.3	− 4.1	− 0.8	− 1.2	0.5
	7—11	0.7	− 3.8	− 1.3	3.7	2.7	− 0.8	− 1.5	− 1.3	− 3.6	− 2.0	1.9	− 0.2
	12—16	− 0.1	0.7	1.6	1.4	− 0.7	1.4	− 2.6	− 4.0	− 2.6	− 1.7	1.6	− 1.3
	17—21	− 4.0	4.3	− 1.0	− 3.0	− 2.7	1.3	0.0	− 3.9	0.2	− 2.3	− 1.1	− 2.5
	22—26	− 3.2	− 1.8	− 4.2	− 1.3	− 6.5	− 2.1	4.0	− 0.1	1.5	− 5.1	− 1.3	− 1.1
	27—1	− 0.2	− 0.5	− 7.6	1.9	0.7	− 1.8	1.3	− 4.5	− 4.7	− 2.6	− 3.3	− 5.6
Dezember	2—6	3.5	− 0.5	− 9.3	0.4	2.0	− 0.6	1.6	− 6.2	0.6	− 3.3	− 0.4	− 4.4
	7—11	0.2	− 3.0	− 9.8	0.5	− 5.0	− 2.2	3.7	− 6.1	− 4.6	− 7.5	− 0.2	− 8.2
	12—16	− 0.2	− 2.2	**−16.3**	− 3.4	− 7.5	− 6.3	2.4	0.5	**−13.9**	**−14.9**	− 1.0	− 4.1
	17—21	− 1.9	− 1.1	−11.7	− 9.4	− 0.7	− 9.0	1.0	− 4.4	−10.5	−13.8	0.4	− 6.2
	22—26	1.3	− 5.6	− 8.2	− 7.9	**−13.3**	− 8.2	− 1.2	− 6.5	− 5.4	− 9.7	1.3	0.8
	27—31	− 0.5	− 8.0	**−16.1**	− 3.2	− 8.8	**−12.5**	1.2	**−10.5**	− 4.7	0.4	2.9	− 4.9
Januar	1—5	− 3.4	**−11.7**	−12.4	− 7.7	− 4.2	− 7.9	1.5	− 8.9	− 8.7	1.5	3.2	− 3.3
	6—10	− 7.8	−11.6	−11.8	1.2	− 4.8	− 9.1	− 6.6	− 8.3	− 5.6	1.7	− 0.6	−11.9
	11—15	− 5.1	− 2.7	− 4.7	− 7.9	− 6.6	− 3.4	− 9.1	− 5.8	− 6.0	− 3.0	− 8.6	**−13.8**
	16—20	−10.2	1.3	3.0	−10.1	− 4.3	4.0	**−12.3**	1.8	− 7.3	− 6.6	− 4.2	− 3.0
	21—25	− 8.7	− 1.1	2.8	**−15.6**	− 4.3	0.4	− 7.7	− 6.0	− 5.5	− 5.2	− 6.5	− 1.0
	26—30	**−14.6**	− 4.4	3.4	− 2.9	− 1.7	3.4	−11.2	− 7.0	2.0	− 2.8	− 4.9	1.8
Februar	31—4	− 7.7	− 6.1	0.6	− 3.7	− 5.7	2.9	− 6.1	− 7.7	5.8	− 3.5	− 2.6	0.1
	5—9	2.9	− 3.7	1.7	− 2.3	**−15.6**	− 2.0	− 8.7	− 0.3	− 0.8	1.7	− 3.1	2.5
	10—14	4.1	− 4.4	− 0.4	5.4	−10.8	− 8.8	− 8.3	− 0.9	3.1	3.4	− 3.5	1.0
	15—19	3.6	− 4.0	3.1	− 3.4	− 3.4	− 4.4	2.1	− 5.8	5.6	5.5	− 8.5	− 3.3
	20—24	2.1	− 3.7	2.4	− 2.6	3.4	− 4.1	2.2	− 1.2	− 1.3	5.3	**−12.8**	1.7
	25—1	3.4	− 1.1	1.0	0.9	1.3	− 9.0	1.9	1.2	− 1.2	1.6	−11.0	− 2.0
März	2—6	− 0.3	0.1	− 4.4	0.2	− 1.1	− 6.5	− 1.5	− 0.7	− 2.3	1.6	− 6.0	− 2.5
	7—11	1.0	1.4	− 8.5	− 1.0	− 1.3	**−11.0**	− 4.4	− 1.6	− 1.8	− 2.9	− 5.1	− 1.9
	12—16	3.9	− 1.9	− 4.9	− 5.2	− 0.6	− 6.3	− 3.7	4.8	− 1.9	− 5.1	− 4.0	− 0.3
	17—21	1.4	− 3.7	− 7.4	− 2.2	− 2.6	− 5.5	1.1	2.9	0.3	1.9	− 4.5	− 1.5
	22—26	2.2	− 2.6	− 5.1	− 0.1	− 3.2	− 4.2	1.0	− 4.8	− 4.2	0.5	− 0.4	− 1.7
	27—31	− 0.9	− 4.7	− 7.0	0.0	− 9.7	1.8	3.9	− 7.0	− 1.7	3.0	− 2.8	2.9
April	1—5	− 2.3	− 6.9	− 1.3	0.6	− 9.0	3.7	7.6	− 4.4	− 7.5	2.8	2.5	0.9
	6—10	− 4.5	− 4.4	− 0.1	5.0	− 1.0	6.7	8.1	− 1.4	− 5.6	3.3	− 0.7	− 1.4
	11—15	− 1.9	− 0.9	0.0	0.8	0.8	1.5	4.3	1.1	− 3.6	3.8	5.4	8.3
	16—20	5.4	− 2.1	2.1	3.9	2.8	5.4	3.8	1.7	− 2.2	− 1.5	8.8	2.7
	21—25	1.5	0.4	− 1.1	4.6	− 1.6	8.6	− 2.1	− 2.9	− 4.2	− 3.8	2.0	0.2
	26—30	− 2.8	− 0.9	2.1	6.9	− 5.4	8.0	− 0.8	− 4.9	− 1.4	2.3	− 6.2	0.6

Pentaden		1775/76	1783/84	1788/89	1794/95	1798/99	1799/1800	1802/03	1804/05	1808/09	1812/13	1813/14	1819/20
Mai	1—5	− 4.0	− 2.5	6.6	8.0	− 5.3	6.4	0.3	− 5.2	− 2.4	− 0.9	− 4.7	− 5.7
	6—10	− 2.4	− 0.4	3.8	− 1.7	0.8	5.8	1.3	− 2.8	− 1.7	0.2	− 4.8	0.2
	11—15	− 0.9	1.5	4.7	− 6.4	− 3.8	− 2.4	− 5.0	− 2.1	5.4	2.0	− 4.4	0.4
	16—20	− 0.6	2.4	− 0.7	1.3	− 2.6	0.7	− 3.9	0.6	4.7	− 1.0	− 0.7	3.8
	21—25	− 5.9	5.1	− 2.4	− 2.9	− 3.5	5.0	− 0.3	− 4.0	1.4	− 2.5	− 3.0	3.5
	26—30	− 2.8	3.4	4.1	− 7.4	− 3.6	3.4	− 0.5	− 4.5	2.4	− 1.5	− 2.3	1.0
Juni	31—4	2.8	0.2	2.1	0.8	1.3	0.6	− 1.2	− 7.5	1.4	0.8	− 3.5	− 2.6
	5—9	− 0.2	0.4	− 2.8	6.0	0.7	− 2.1	− 1.6	− 3.6	3.4	− 3.7	− 5.6	− 2.9
	10—14	2.8	1.0	− 0.2	4.9	− 3.3	− 6.4	− 0.7	2.7	− 3.8	1.1	− 1.4	− 4.3
	15—19	1.0	− 0.6	3.8	3.6	− 4.3	− 7.7	− 1.5	− 2.0	− 3.9	− 2.2	− 1.3	− 4.7
	20—24	− 0.2	2.4	2.7	− 1.1	− 0.5	− 3.2	− 4.9	− 3.8	− 3.7	− 4.7	− 3.4	− 2.9
	25—29	− 2.4	− 1.2	− 2.6	− 0.4	− 4.2	− 2.2	− 1.1	− 2.4	− 2.4	− 1.4	− 1.9	− 1.3
Juli	30—4	− 2.6	− 4.1	− 5.2	− 1.3	0.0	− 4.6	4.4	− 4.3	0.5	− 1.4	− 2.8	− 5.4
	5—9	1.1	3.9	2.9	0.3	5.1	2.5	3.1	− 0.3	2.0	− 3.8	2.3	− 5.0
	10—14	2.1	0.7	2.4	2.5	− 0.5	− 2.2	0.3	− 1.2	− 0.7	2.0	1.9	− 2.6
	15—19	2.1	− 2.6	1.5	− 5.9	− 3.7	− 5.1	1.9	− 3.6	− 5.7	− 1.2	− 1.0	0.7
	20—24	4.9	− 2.1	− 1.7	1.3	− 4.4	− 5.9	2.2	− 0.4	− 1.4	− 1.8	0.7	− 1.8
	25—29	0.8	0.9	0.0	− 1.5	− 2.8	− 1.3	0.9	− 0.7	1.7	− 1.8	5.4	− 3.7
August	30—3	0.4	2.0	− 1.1	1.2	− 3.9	3.2	8.4	− 1.9	0.7	0.0	2.1	2.5
	4—8	2.1	2.0	0.1	0.2	1.6	− 0.9	3.2	− 0.9	− 2.8	− 2.5	0.0	1.8
	9—13	1.5	− 4.2	0.2	0.8	0.2	2.1	0.4	− 0.5	0.3	0.4	− 1.1	3.3
	14—18	0.4	− 0.2	2.3	− 0.1	1.1	4.3	2.6	− 3.9	2.0	− 2.5	− 1.6	5.2
	19—23	− 1.2	1.8	1.8	− 0.7	0.5	1.0	− 1.1	− 2.5	3.5	− 3.8	− 2.6	0.8
	24—28	− 3.3	− 1.7	0.5	1.7	− 2.0	− 1.4	− 0.4	− 1.8	− 1.4	− 3.3	− 2.0	0.7
	29—2	− 0.9	− 0.5	1.5	0.3	− 0.8	− 0.9	0.1	− 2.6	2.1	− 0.6	− 2.3	− 1.0
September	3—7	− 2.1	1.0	1.5	4.6	− 3.3	2.3	− 2.6	0.7	4.2	2.1	− 6.3	− 1.9
	8—12	− 1.3	1.9	2.4	6.4	− 1.8	1.8	− 1.2	0.3	− 1.0	− 2.2	− 6.2	− 0.3
	13—17	1.7	− 1.6	2.1	2.2	− 1.9	1.5	− 2.7	2.8	− 1.8	− 2.2	− 3.5	1.0
	18—22	− 4.3	0.1	− 1.1	0.0	− 1.1	4.0	− 1.1	4.7	− 0.7	− 2.4	− 0.1	− 1.0
	23—27	0.5	1.3	− 0.5	− 0.9	1.7	− 1.4	− 3.3	− 1.0	− 0.5	− 0.3	1.6	− 0.6
	28—2	1.2	− 2.0	1.2	0.3	1.1	− 3.1	1.1	− 1.7	− 4.2	− 3.9	− 2.4	− 1.0
Oktober	3—7	− 1.2	− 5.2	− 1.0	4.3	− 2.0	0.3	− 1.4	− 2.0	− 1.8	− 4.6	− 2.6	− 2.0
	8—12	− 2.7	− 3.7	1.3	0.7	0.4	1.7	− 3.9	− 5.4	− 7.3	0.2	− 5.5	− 2.8
	13—17	− 3.0	− 3.7	3.0	3.5	0.2	− 1.0	0.8	− 4.3	− 2.9	− 0.5	− 0.4	1.2
	18—22	0.6	− 0.3	1.7	6.6	− 2.3	− 0.7	0.9	− 4.4	1.1	− 0.4	1.7	1.2
	23—27	− 2.2	− 0.7	− 3.4	6.2	− 1.6	− 2.0	0.3	− 5.9	2.5	− 3.0	− 1.4	2.1
	28—1	− 1.1	0.6	− 0.8	4.1	− 0.9	− 0.2	− 3.6	− 8.1	− 0.4	− 3.5	− 2.0	1.5

Pentaden		1822/23	1828/29	1829/30	1837/38	1840/41	1844/45	1847/48	1849/50	1854/55	1870/71	1890/91	1892/93
November	2—6	4.1	— 4.0	— 0.3	0.6	2.8	— 2.5	0.2	1.5	0.9	— 0.4	1.9	2.0
	7—11	1.2	— 5.6	— 0.8	0.2	3.0	1.8	1.9	4.6	— 1.2	0.3	2.0	1.3
	12—16	— 3.2	2.1	— 4.9	0.0	1.4	2.9	1.8	2.3	— 6.1	0.4	3.1	— 2.2
	17—21	5.0	4.5	— 3.9	1.6	2.4	4.2	— 0.3	—1.5	— 1.9	1.9	2.5	— 3.2
	22—26	5.0	1.4	— 5.7	3.8	— 0.7	1.4	1.4	—5.0	— 1.4	6.2	— 2.0	— 4.9
	27—1	3.8	2.2	— 4.4	0.9	— 0.6	— 2.8	1.1	—5.9	— 0.8	0.9	— 8.0	— 2.6
Dezember	2—6	2.3	— 1.8	**—12.7**	1.9	— 0.2	— 0.9	5.7	—5.5	1.7	— 4.9	— 1.8	— 1.9
	7—11	1.1	2.6	— 9.3	1.0	— 4.3	— 9.5	1.4	—6.9	1.[illegible]	— 2.0	— 0.9	— 3.6
	12—16	— 1.5	2.0	— 5.9	— 3.4	**—14.4**	— 7.6	— 1.6	—4.3	1.5	2.8	— 6.4	1.3
	17—21	— 8.4	6.0	— 3.6	1.7	— 7.2	— 0.1	— 6.2	2.8	1.0	— 2.4	— 6.1	3.4
	22—26	— 4.2	3.7	**—15.0**	0.2	— 7.2	— 5.4	— 4.6	—4.5	3.5	**—12.0**	— 3.5	— 5.2
	27—31	— 6.5	— 2.4	—10.7	— 2.2	— 5.8	— 1.8	— 3.9	—1.4	2.5	— 7.0	**—12.1**	— 1.0
Januar	1—5	—10.5	0.1	— 4.8	— 1.7	— 0.2	2.3	— 6.0	—1.8	5.3	— 9.9	— 4.0	— 6.5
	6—10	—11.4	— 1.5	— 0.2	—10.8	— 3.8	3.0	**—11.1**	—3.4	6.6	— 1.8	— 5.7	— 7.5
	11—15	— 6.9	— 6.4	— 4.8	— 9.4	1.1	0.4	— 4.8	**—8.9**	0.7	— 3.2	0.3	— 8.2
	16—20	— 5.1	— 6.9	— 1.6	**—15.3**	1.8	— 0.3	— 8.8	—7.5	— 8.2	1.2	— 5.8	**—12.4**
	21—25	**—16.0**	**—14.1**	— 8.1	—11.1	— 2.3	— 1.4	— 6.2	—6.8	— 2.0	— 2.5	0.5	— 3.6
	26—30	— 6.1	— 0.9	**—15.7**	— 6.3	— 2.8	0.0	**—13.4**	—3.9	— 4.2	— 5.7	3.0	— 1.1
Februar	31—4	0.9	— 4.7	—10.3	— 7.4	— 9.9	— 1.6	— 0.8	1.5	—10.5	— 6.9	3.2	0.1
	5—9	— 5.8	— 6.9	— 8.8	— 5.1	**—14.3**	— 4.5	0.0	3.9	— 5.4	— 4.7	— 0.7	— 0.5
	10—14	3.2	— 8.0	0.0	— 1.9	— 5.6	**—10.4**	1.4	2.6	**—11.0**	**—11.6**	— 1.3	3.1
	15—19	— 0.4	— 1.5	— 1.1	**—11.0**	0.7	— 5.0	0.7	4.7	—10.3	2.6	1.9	5.6
	20—24	2.0	— 0.5	— 2.4	— 6.0	— 1.3	— 8.8	2.1	4.3	— 9.0	3.5	— 1.1	0.1
	25—1	0.7	— 4.4	1.2	1.0	— 5.6	— 8.8	5.4	3.1	— 2.4	3.8	1.4	2.8
März	2—6	1.7	— 3.2	— 3.4	2.4	— 5.0	—11.0	— 0.8	4.2	0.8	2.5	4.1	1.6
	7—11	1.9	— 1.3	— 0.6	— 0.7	1.2	— 7.2	— 1.7	3.1	— 2.7	4.6	3.6	1.2
	12—16	0.8	— 2.4	3.1	1.5	1.5	**—14.0**	4.7	—1.7	— 3.5	5.1	2.3	7.0
	17—21	— 0.8	0.4	4.1	0.4	4.6	— 7.0	3.1	—5.6	— 1.2	1.6	— 0.3	— 1.9
	22—26	3.6	— 2.5	2.3	0.8	4.3	— 4.5	3.0	—5.4	— 2.0	6.5	— 3.0	1.0
	27—31	4.4	— 0.7	3.2	— 2.9	3.7	— 2.0	3.2	—6.8	— 3.6	— 1.3	— 3.4	0.5
April	1—5	3.1	— 0.1	— 0.1	— 4.9	0.9	— 2.9	7.1	—0.6	0.0	— 3.2	— 4.3	3.7
	6—10	1.0	1.4	2.1	1.3	— 1.8	— 1.2	4.0	1.3	— 2.8	— 3.0	— 0.5	3.6
	11—15	— 2.3	3.2	1.7	— 0.7	— 2.0	— 1.3	— 0.3	0.4	0.6	— 0.9	— 3.7	— 1.9
	16—20	— 1.6	2.3	3.1	— 4.0	2.7	0.8	1.1	3.7	1.0	1.5	— 2.7	— 1.1
	21—25	— 3.7	— 1.1	2.1	0.0	1.7	3.8	0.7	1.6	— 5.5	— 1.5	— 2.8	1.7
	26—30	— 3.4	— 4.6	2.7	— 2.4	6.1	4.0	— 2.2	—4.9	— 4.2	— 0.1	0.9	— 1.1

Pentaden		1822/23	1828/29	1829/30	1837/38	1840/41	1844/45	1847/48	1849/50	1854/55	1870/71	1890/91	1892/93
Mai	1—5	−0.7	−1.4	2.1	4.1	2.4	−0.2	−3.9	−5.2	−2.1	−4.1	3.8	−3.8
	6—10	1.8	0.3	−1.4	3.0	4.2	−2.3	0.3	−1.1	−4.3	−4.7	3.0	−1.5
	11—15	0.5	−1.1	−1.0	−3.8	−0.8	−1.3	3.9	−1.5	−2.1	−4.7	2.2	1.9
	16—20	2.6	0.4	0.9	−5.0	4.0	−4.9	2.7	−0.7	−3.3	−6.0	−3.4	3.2
	21—25	1.3	−0.2	4.3	−1.1	5.3	−2.4	−0.8	3.7	−0.2	−2.3	1.7	2.9
	26—30	2.4	−0.1	−3.3	−0.4	3.4	−0.2	−3.5	1.4	−1.6	1.7	1.0	−3.5
Juni	31—4	3.7	−6.7	0.7	−1.5	2.5	−1.4	−2.0	1.2	2.4	−6.4	−1.3	−2.9
	5—9	0.9	−5.4	2.2	−4.5	−4.9	2.8	0.7	1.4	3.6	−5.1	−3.8	−0.2
	10—14	4.8	0.0	−0.1	−1.8	−4.9	3.1	3.9	1.5	3.8	−4.5	−5.6	−1.2
	15—19	−2.4	1.8	−3.3	1.4	−4.6	2.2	3.5	−3.5	−1.8	2.1	−4.2	4.0
	20—24	−4.0	4.6	−2.9	0.9	1.8	−0.8	1.5	1.9	−4.2	−2.3	2.0	−0.5
	25—29	−1.7	6.1	3.4	3.7	3.6	−1.8	−2.7	1.7	−2.2	−4.4	4.1	0.0
Juli	30—4	−2.0	1.6	0.3	0.8	0.7	3.1	−2.7	−0.3	1.1	1.7	3.1	0.1
	5—9	−2.4	−1.8	−2.4	2.4	−0.2	5.5	−0.4	−3.1	−2.7	1.2	−0.6	3.6
	10—14	1.1	0.1	−1.4	4.5	−2.9	−1.1	−1.4	−3.7	0.0	1.2	−2.5	2.4
	15—19	−2.5	1.6	1.5	1.0	−1.6	−2.7	−3.0	1.8	0.0	0.8	0.3	−2.1
	20—24	−1.1	−1.8	0.9	−4.0	−1.3	2.0	2.0	1.8	−1.9	−1.6	0.5	1.5
	25—29	−2.2	2.4	0.6	−4.7	−3.8	0.2	−0.3	−0.1	−0.1	−2.5	−1.9	−0.6
August	30—3	1.6	−3.1	1.6	−3.3	−4.6	−0.5	−0.6	−0.3	1.5	−1.8	−1.5	−3.6
	4—8	0.7	−0.9	1.3	−0.8	−0.9	−0.4	−1.8	0.5	−0.9	−0.8	−3.9	−0.8
	9—13	0.0	0.3	0.1	−2.6	−1.6	−2.2	−4.0	0.6	−0.8	2.7	−1.8	1.1
	14—18	0.5	−1.8	−1.5	−4.4	−0.2	−4.9	−3.8	2.9	−3.5	1.7	−1.6	1.1
	19—23	1.6	−2.4	−2.1	−1.4	1.1	−2.7	−1.0	−1.5	−0.6	0.9	−0.7	5.6
	24—28	6.8	−0.6	−1.5	−2.2	0.4	−0.7	−2.1	−3.3	2.3	0.3	0.8	−2.5
	29—2	3.0	−1.9	−2.9	−2.4	2.8	0.1	0.4	−4.0	0.4	0.9	1.1	−4.2
September	3—7	−1.1	−1.9	−2.4	1.5	−0.3	−4.6	−0.4	−5.5	−1.7	3.8	1.8	−1.8
	8—12	−2.5	1.6	−1.9	−0.2	−0.8	−1.1	0.1	−5.2	−2.5	0.3	0.6	−2.8
	13—17	3.6	−1.0	−1.2	3.1	4.0	−0.2	−4.1	−1.9	−2.9	−1.0	1.3	0.8
	18—22	1.4	−0.1	3.3	3.1	−2.0	2.3	−4.7	1.0	3.2	−3.2	1.7	1.4
	23—27	0.9	−1.9	−0.8	2.1	1.3	−1.6	0.0	1.7	−1.3	−3.2	−1.9	−2.6
	28—2	2.8	−0.3	−0.5	0.0	5.1	−1.3	1.2	−0.6	−0.1	−1.8	2.1	1.7
Oktober	3—7	1.7	0.4	−1.3	−0.8	2.5	2.6	2.4	0.7	3.1	−3.7	1.3	1.6
	8—12	3.2	−2.2	−0.7	−0.3	1.1	−0.8	0.5	−1.1	0.3	−3.2	3.2	4.7
	13—17	1.5	−1.6	−1.8	−0.5	0.8	−2.0	0.3	−2.5	0.7	−2.3	3.6	2.3
	18—22	0.2	−2.8	1.4	1.4	−1.4	1.3	−1.4	−1.8	2.8	0.4	3.3	0.4
	23—27	−1.2	−1.3	1.3	−1.7	2.1	0.2	1.5	−4.1	3.3	−3.2	2.9	0.6
	28—1	2.1	−3.5	0.5	1.5	2.9	0.9	3.0	−1.6	4.3	−1.3	−3.1	0.2

sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen abhängt, muß man annehmen, daß eine solche in jener Periode besonders häufig stattgefunden hat. Die Ursachen der Verlagerung selbst sind uns unbekannt und werden es solange bleiben, bis tägliche Luftdruckkarten von der ganzen Erde näheren Aufschluß darüber geben werden. Darum ist für diese wie für manche andere Problemstellung in der Meteorologie die Herausgabe solcher Karten eines der größten Bedürfnisse.

Der letzte Winter (1916/17) muß, wie Tabelle 1 lehrt, zu den mittelstrengen gerechnet werden. Wenn er in weiten Schichten der Bevölkerung als viel strenger empfunden wurde, so sind dafür vier Gründe maßgebend gewesen. Man war durch eine Reihe von sechs fast unmittelbar vorhergehenden milden Wintern verwöhnt: nur der Winter 1908/09 war ebenso streng, und man muß bis 1892/93 zurückgehen, um einen erheblich strengeren anzutreffen. Sodann kam der Winter spät (Anfang Februar die kälteste Periode) und zog sich lang hin: späte Winter werden aber immer unangenehm empfunden. In diesem Jahr wünschte man im Interesse des Gedeihens der Feld- und Gartenfrüchte gerade ein frühes Frühjahr. Und schließlich hat die Kohlenknappheit die Kälte stärker empfinden lassen. Es schien mir darum wichtig, mittels einer objektiven Methode die Kälte des Winters 1916/17 richtig zu bemessen.

Das der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegende Beobachtungsmaterial von 150 Jahren ist umfangreich genug, um die Frage der Witterungsfolge nach sehr strengen Wintern erneut in Angriff nehmen zu können. Ich habe sie bereits 1885 in der eingangs genannten Arbeit an der Hand der Berliner Beobachtungen behandelt und ziemlich bestimmte Ergebnisse erhalten, die auch anderwärts Bestätigung fanden. Damals ging ich von den Monatsmitteln aus. Da in diesen aber, wie bereits oben erwähnt, Temperaturanomalien entgegengesetzten Charakters oftmals sich ausgleichen, will ich diesmal Pentaden bzw. deren Abweichungen von den Normalwerten zum Ausgangspunkt nehmen. Diese Abweichungen beziehen sich aber nicht auf die 150jährigen Mittelwerte, sondern jeweilig auf die drei 50jährigen, in welche die Gesamtreihe 1766 bis 1915 wegen der eben erwähnten säkularen Änderungen geteilt wurde. Die so erhaltenen und in Tabelle 4 niedergelegten Abweichungen der Pentaden für das Jahr, gerechnet vom 1. November bis 31. Oktober, liefern zunächst einen genaueren Einblick in den Temperaturverlauf während der sehr strengen Winter als es die Tabellen 2 und 3 zu tun vermögen, und gestatten sodann die Frage zu beantworten, welche Witterung darauf gefolgt ist[1]. Eine

[1] Die Summen der negativen Abweichungen der Pentaden in den Monaten November bis März sind nahezu proportional den Summen der negativen Tagesmittel und würden sich daher auch zu Vergleichszwecken verwenden lassen.

graphische Darstellung der Zahlenwerte, in der die positiven Abweichungen in rot oberhalb und die negativen in blau unterhalb der Abszissenachse aufgetragen wurden, erleichterte die Übersicht außerordentlich: sie kann hier leider nicht wiedergegeben werden.

Tabelle wie graphische Darstellung lehrt, daß unmittelbar nach dem Ende eines sehr strengen Winters gewöhnlich eine positive Temperaturanomalie von einiger Dauer folgt. In den 24 sehr strengen Wintern seit 1766 war dies nur zweimal nicht der Fall, nämlich 1798/99 und 1804/05. Nach dem Winter 1837/38 dauerte die warme Periode nur 2 Pentaden, nach 1844/45 und 1854/55 nur je 3 Pentaden, nach allen übrigen Wintern 4 bis 10 Pentaden. Man darf somit nach einem sehr strengen Winter auf ein wenigstens teilweise warmes Frühjahr rechnen. Darin zeigt sich also eine gewisse Kompensation der starken Winterkälte, an die weite Schichten der Bevölkerung glauben, weil sie aus einer Art von Gerechtigkeitsgefühl einen solchen Ausgleich für notwendig halten, oder weil sie ihn aus der Unveränderlichkeit der mittleren Temperatur eines Ortes folgern wollen. Letzere vergessen dabei, daß der Ausgleich nicht innerhalb kurzer Zeit stattzuhaben braucht. Die landläufige Meinung geht aber dahin, daß auf einen sehr strengen Winter ein warmer Sommer folgen müsse. Das ist nicht der Fall. Zählt man die Häufigkeit der positiven und der negativen Abweichungen der 25 Pentaden vom Juni bis September aus, so findet man, daß in 19 von 24 Wintern die Zahl der negativen Abweichungen überwog. Das Ergebnis stimmt also mit dem 1885 gefundenen überein: nach einem sehr kalten Winter folgt am wahrscheinlichsten ein kühler Sommer. Darunter ist nicht ein Sommer zu verstehen, der von Anfang bis zu Ende zu kalt ist — ein solcher gehört zu den größten Seltenheiten —, sondern ein Sommer, in dem die kühlen Perioden häufiger sind als die warmen und die normalen. Die bemerkenswerteste Ausnahme war der fast durchweg warme Sommer nach dem sehr strengen Winter 1794/95. An solche vereinzelte Fälle klammert sich der Volksglaube, der dadurch immer wieder von neuem befestigt wird.

In derselben Weise, wie hier bei den strengen Wintern geschehen ist, ließe sich die Untersuchung auf die milden ausdehnen, doch würde man dann zweckmäßiger die Summe der positiven Tagesmittel der Temperatur vom ersten Dezember bis zum letzten Februar zum Vergleich nehmen. Das Neue an der hier vorgeschlagenen Methode besteht eben darin, daß die winterlichen Temperatursummen in ihre negativen und positiven Bestandteile zerlegt werden.

Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales)[1].

II. Mitteilung. Über die dauernde, rein agame Züchtung von Eudorina elegans und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem.

Von Prof. Dr. Max Hartmann
in Berlin-Dahlem.

(Vorgelegt von Hrn. Correns.)

Die seit den ersten Versuchen von Maupas (1888) viel behandelte Frage, ob die Befruchtung als eine Art Verjüngungs- oder Regulationsvorgang zu beurteilen sei, hervorgerufen oder bedingt durch ein Altern, wenn auch nicht der Individuen, so doch der Generationen, wurde schon vielfach bei Protisten durch Züchtungsversuche in der Weise zu lösen gesucht, daß man die Befruchtung auszuschalten trachtete und dann prüfte, ob nicht nach mehr oder minder lang durchgeführter, rein ungeschlechtlicher Vermehrung eine sogenannte physiologische Degeneration oder Depression eintrete. Man hat mit dieser Frage meist die des natürlichen Todes oder des Alterns (bzw. umgekehrt der sogenannten Unsterblichkeit) bei Protozoen in Verbindung gebracht, ja sie war eigentlich von den bekannten Weismannschen Anschauungen über die potentielle Unsterblichkeit der Protozoen ursprünglich ausgegangen. Für die hier vorliegende physiologische Frage war das nicht gerade zum Vorteil, da eine einfache, klare Problemstellung dadurch verwischt wurde. Wir wollen die vieldeutigen und in sehr verschiedenem Sinne angewandten Begriffe »Tod, Alter und Unsterblichkeit« zunächst ganz außer Betracht lassen, da sie wegen ihrer Vieldeutigkeit, wie auch Klebs (1917) hervorhebt, für eine wissenschaftliche Begriffsbildung nicht geeignet sind, und uns mit der ganz einfachen physiologischen Fragestellung begnügen: Ist es möglich, Organismen, die in der freien Natur regelmäßig geschlechtliche

[1] Die I. Mitteilung, die das Programm dieser Untersuchungen enthält, befindet sich im Druck und erscheint im Arch. f. Protistenkunde Bd. 39, Heft 1.

Fortpflanzung neben einer ungeschlechtlichen aufweisen, dauernd ungeschlechtlich zu vermehren ohne jegliche Schädigung, Depression oder irgendwelche andere regulierende Zellvorgänge als die, welche bei der gewöhnlichen Zell- und Kernteilung sich finden? Eine klare, eindeutige Beantwortung dieser Frage wird es uns dann auch ermöglichen, eine endgültige Entscheidung betreffs der eingangs erwähnten sogenannten Verjüngungshypothesen der Befruchtung zu fällen.

Man hat diese Frage fast ausschließlich an Infusorien zu lösen versucht, nur Klebs (1889—1900) hat auch diesbezügliche Versuche an Algen und Pilzen, Rh. Erdmann (1910) an *Amoeba diploidea* ausgeführt. Die Versuche an Infusorien haben bisher keine endgültige Entscheidung zu bringen vermocht. Der Stand der Frage ist hier gegenwärtig folgender[1]: Die genauen, mit sorgfältiger Technik in Zählkulturen durchgeführten Zuchten von Woodruff (1911) haben zwar ergeben, daß sich die Befruchtung ohne Schädigung für die Infusorien Tausende von Generationen hindurch ausschalten läßt. Doch finden sich, wie weiterhin Woodruff sowie Woodruff und Erdmann (1914, 1915) gezeigt haben, von Zeit zu Zeit Schwankungen im Teilungsrhythmus, die mit einem Zugrundegehen des alten und Bildung eines neuen Macronucleus nach wiederholten Micronucleusteilungen verbunden sind. Diese schon früher von R. Hertwig (1889, 1914) beobachteten und mit Recht als Parthenogenese bezeichneten cytologischen Vorgänge treten aber nicht, wie Woodruff und Erdmann angenommen hatten, nur periodisch auf und sind nicht aus inneren Bedingungen veranlaßt, sondern können nach den neuesten, vielfach variierten Versuchen von Jollos (1916) jederzeit durch äußere Faktoren ausgelöst werden. Die Periode des Auftretens, die in den sehr gleichmäßig geführten Kulturen Woodruffs sehr regelmäßig war, kann also beliebig verkürzt, aber auch stark verlängert werden; doch vermochte auch Jollos sie nicht völlig auszuschalten. Bei den Infusorienkulturen ist es aber technisch überhaupt nicht möglich, in genau kontrollierbaren Zählkulturen alle schädigenden, ungünstigen Außenbedingungen auszuschalten, die sich, wie Jollos zeigte, auch bei den Zuchten Woodruffs allmählich summieren und dann scheinbar als innere Bedingungen erscheinen und die Parthenogenese auslösen. Denn wählt man die Gefäße nur so groß, daß eben einzelne Individuen noch verfolgt werden können, dann sind die Schädigungen auf die Dauer unvermeidlich; nimmt man größere Gefäße, in denen die Schädigung eventuell vermieden und die Partheno-

[1] Eine eingehendere Darstellung findet sich in der zitierten Arbeit von Jollos und in der neuerdings erschienenen Arbeit von E. Korschelt: Lebensdauer, Altern und Tod. Jena 1917.

genese ausgeschlossen werden könnte, dann ist technisch eine Kontrolle der einzelnen Individuen nicht mehr möglich, so daß der Einwand bestehen bleibt, einzelne Parthenogenesen seien unbeobachtet geblieben. Aber selbst wenn bei Infusorien die Parthenogenese nicht vermeidbar wäre (was aber durchaus nicht bewiesen ist), so würde dieses Resultat keine entscheidende Antwort auf unsere Fragestellung bedeuten. Denn, wie schon Jollos auseinandergesetzt hat, würde es nur beweisen, daß der Macronucleus, also somatische Teile im Sinne Weismanns, absterben und erneuert werden muß. Bei der Infusorienzelle ist eben die oben formulierte scharfe Fragestellung wegen der dauernden Verquickung der Befruchtung mit Neubildung des somatischen Kernes überhaupt nicht lösbar.

Auch gegen die Versuche von Klebs an Algen und Pilzen, in denen in jahrelangen Zuchten einzelne Formen (spez. *Vaucheria* und *Saprolegnia*) rein ungeschlechtlich ohne Schädigungen kultiviert wurden, läßt sich der Einwand erheben, daß hier die Teilungsrhythmen nicht kontrollierbar sind und innere Zellregulationen unbemerkt bleiben können. Denselben Einwänden sind auch die von Frl. Erdmann auf meine Veranlassung an der *Amoeba diploidea* ausgeführten Versuche ausgesetzt; doch könnten dieselben vermutlich mit anderer Versuchstechnik hier ausgeschaltet werden, würden dann aber einen verhältnismäßig sehr großen Arbeitsaufwand erfordern. Erschwerend für die Beurteilung bliebe aber auch bei diesem Organismus noch die Verquickung der Befruchtung mit einem andern biologischen Vorgang, nämlich der Encystierung.

Nach den Ergebnissen von Klebs schienen nun pflanzliche Protisten mit ihren durchsichtigeren Außenbedingungen günstigere Verhältnisse zur Lösung dieser Frage zu bieten, nur mußten Formen gewählt werden, die nicht wie Fadenalgen und Pilze (und höhere Pflanzen), sogenannte offene Systeme, sondern die wie einzellige Formen (und Tiere) geschlossene Systeme darstellen. Als weitaus günstigste Objekte für diese Versuche erwiesen sich mir bei jahrelangen Zuchtversuchen eine Closteriumart, die ich im Sommer 1914 in Lunz gezüchtet hatte, und *Eudorina elegans*. Die *Closterium*-Kultur[1] erlitt leider in den ersten Kriegswochen Schädigungen und ging mir später trotz eifriger Pflege ein. Andere Closteriumarten konnte ich bisher noch nicht ohne Schädigung dauernd züchten. In *Eudorina* fand ich im Frühjahr 1915 einen vorzüglichen Ersatz. Während bei einzelligen Volvocales (*Chlamydomonas* usw.) kontrollierbare Einzelkulturen wegen der Kleinheit der Formen sehr erschwert oder unmöglich sind, bietet die

[1] Bei dieser *Closterium*-Art ließ sich im Juli 1914 jederzeit die Befruchtung auslösen. Als ich nach meiner Rückkehr nach Berlin Ende August die Versuche wieder aufnahm, versagten jedoch die früher angewandten Mittel.

Vereinigung von 32 derartigen Zellen zu einer schönen, geschlossenen, verhältnismäßig großen Kolonie und das Zusammenfallen von fünf Teilungen auf einen kurzen Zeitabschnitt für die technische Durchführung solcher Zuchten die größten Vorteile. Man braucht nur etwa alle 4—7 Tage (im Sommer) eine Kolonie kurz vor der Teilung bei Lupenvergrößerung mit steriler Pipette in eine neue Kulturschale (ich benutzte Schalen mit etwa 10 ccm Nährlösung) zu überführen. Die fünf Zellteilungen sind in diesem Stadium schon bei jedem Individuum der Kolonie durchgeführt, die 32 jungen Tochterzellen liegen aber noch dicht gedrängt an der Stelle ihrer Mutterzelle und erscheinen bei schwacher Vergrößerung in der etwas vergrößerten Kolonie (aufgequollenen Gallerte) noch wie eine ungeteilte Zelle. Nach einigen Stunden löst sich dann die Gallerte der Elternkolonie, und die 32 jungen Tochterkolonien werden frei. Innerhalb von 4—6 Tagen (im Hochsommer) wachsen dieselben wieder zur Endgröße heran und teilen sich in derselben Weise.

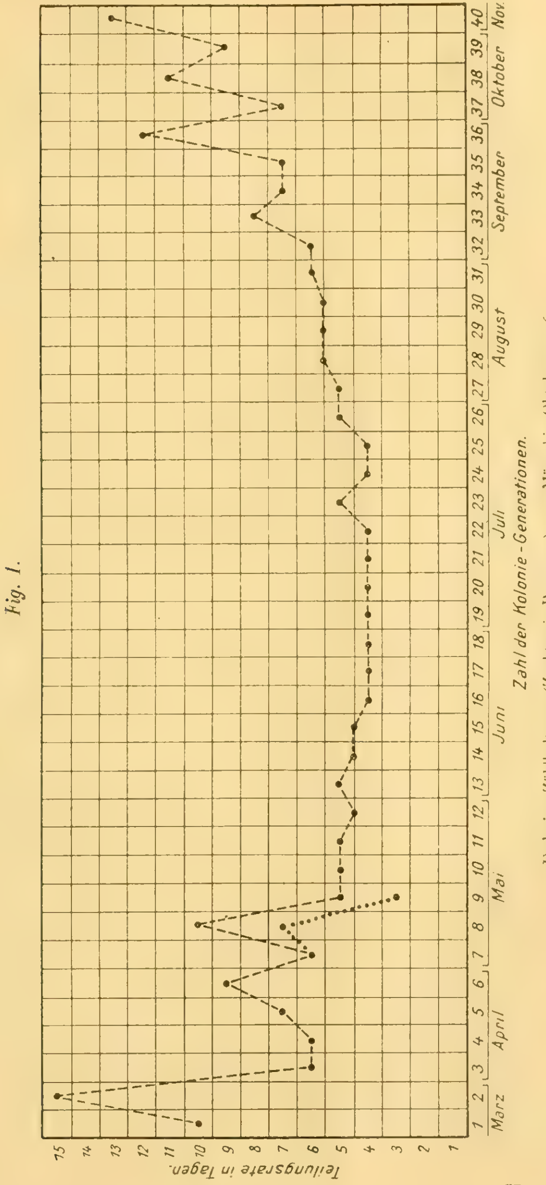
Züchtet man nun *Eudorina* in einer Nährlösung von bestimmter Zusammensetzung und Konzentration, so vermehrt sie sich nur in dieser agamen Weise. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird vollkommen unterdrückt, sie ließ sich sogar bei dem einen Ausgangsmaterial, bei dem sie bereits sehr stark im Gange war, hintanhalten und vollständig ausschalten. Ja nach längerer Zucht unter den erwähnten Bedingungen war es bisher in keiner Weise mehr möglich, trotz vielfacher, immer wiederholter und mannigfach variierter Versuche, eine geschlechtliche Fortpflanzung bei unserer Form auszulösen. Diese Art der Züchtung bietet also eine völlig sichere Methode, die Befruchtung, bzw. geschlechtliche Fortpflanzung auszuschalten.

Schwierigkeit macht bei *Eudorina* nur ihre Empfindlichkeit gegen Veränderung der Außenbedingungen, speziell Verunreinigung durch Protococcoideen und Bakterien sowie Erhöhung der Konzentration der Nährlösung. Diese Veränderungen lösen bei *Eudorina* sofort Depressionen, und zwar in Form von überstürzten Teilungen aus. Diese Verhältnisse hatten anfangs die Kulturen von *Eudorina* außerordentlich erschwert und wochenlange, mühselige Versuche notwendig gemacht. Nachdem aber einmal die richtigen Bedingungen gefunden waren, boten die trüben Erfahrungen wertvolle Hinweise für die weitere Behandlung der Frage. Die richtige Konzentration war, nachdem einmal ermittelt, natürlich leicht dauernd zu beschaffen, und auch das Reinhalten der Kulturen von Algen und Protozoen machte keine erheblichen Schwierigkeiten mit Ausnahme einer Protococcoidee, die leicht als Verunreinigung auftrat. Dagegen war es nicht möglich, die Kulturen völlig bakterienfrei zu erhalten, da an der Gallerte immer Bakterien anhängen, die durch Waschen nicht ganz entfernt werden konn-

ten. Wenn auch in der Regel die Bakterienentwicklung gering bleibt und dann ganz belanglos ist für die Zucht und die hier behandelten physiologischen Fragen, so kann sie doch auch häufig stärker werden, so daß die Stoffwechselprodukte der Bakterien sehr schädlich wirken. Bei der großen Empfindlichkeit gegenüber solchen Stoffen ist es notwendig, neben einer peinlichen Sauberkeit stets mehrere Parallelkulturen zu führen (es wurden meist 4 Kulturen angelegt), da es selbst bei großer Sauberkeit und mehrmaligem, vorherigem Waschen der Kolonien mit steriler Nährlösung beim Überführen oft vorkommt, daß derartige Depressionen auftreten. In diesen Fällen ließ sich entweder direkt in einer stärkeren Bakterienentwicklung oder der Verunreinigung mit einer Protococcoidee der Grund nachweisen, oder aber der Vergleich mit den normalen, parallelgeführten Schwesterkulturen zeigte, daß hier andere schädliche Außeneinflüsse (meist, wie sich später zeigte, am Glas haftende, durch Reinigen und Waschen nicht genügend entfernte Sotffe) verantwortlich zu machen waren. Züchtet man aber von jeder Kolonie mehrere Tochterkolonien weiter, so findet man auch in ungünstigen Fällen fast immer eine, die völlig normal bleibt und daher zur Weiterzucht benutzt werden kann (s. Zuchtliste Gen. B 8, 9 u. Fig. 1). Daß die erwähnten Depressionen und überstürzten Teilungen, die erst in einer anderen Mitteilung genauer geschildert werden sollen, allein durch Außenbedingungen verursacht werden, ließ sich auch durch Experimente direkt beweisen. Es wurde eine als Verunreinigung leicht auftretende Protococcoidee rein gezüchtet und dann algenfreie, normale Kulturen von *Eudorina* damit beimpft. Sofort traten darin die erwähnten Depressionen auf. Anderseits konnten, wie gesagt, die Depressionen ausgeschaltet werden.

Die Depressionsstadien sind, wie schon erwähnt, mit überstürzten Teilungen, also mit einer Verkürzung der Teilungsrate verbunden. Während bei einer normalen Kultur im Hochsommer die Teilungsrate der Kolonie 4—6 Tage beträgt, sinkt sie bei Depressionsstadien auf 3 Tage und noch mehr (s. Zuchtliste Gen. A 3, B 9, 79 [Parallelkultur] und Fig. 1). Da in der betreffenden Jahreszeit die Teilungsrate (je nach Licht und Temperatur) zwischen 4 und 7 Tagen schwankt, so könnte man beim Vergleich der Zahlen im Zuchtregister zur Annahme kommen, es handle sich bei der Verkürzung der Teilungsrate auf 3 Tage nur um die gleiche, vom Licht abhängige Variabilität derselben. Doch trifft eine solche Annahme nicht zu, wie die genauere Untersuchung lehrt; denn einmal lassen sich die Depressionen ohne weiteres morphologisch erkennen, und dann geht in Normalkulturen, selbst bei optimalen Licht- und Temperaturbedingungen, die Teilungsrate nie unter 4 Tage herunter, wie die Kulturen in den sehr gleichmäßigen, günstigen Monaten Juni und Juli 1916 zeigen. Eine Ver-

Fig. 1.



Eudorina-Zählkulturen (Zuchtserie B, 1—40) von März bis Oktober 1916.

Normalkultur, ... abgezweigte Depressionskultur.

kürzung auf 3 Tage war immer mit ausgesprochen überstürzten Teilungen und der Bildung kleiner, meist nur 4—16 zelligen Zwergindividuen verknüpft, wie sie für die Depressionsstadien unserer *Eudorina* charakteristisch sind, während bei normalen Kulturen die Zahl der Individuen stets 32 beträgt[1]. Anderseits ist auch die Teilungsrate der Depressionsstadien vom Licht abhängig und daher in anderer Jahreszeit (s. Parallelkultur B 78, 79) erheblich länger, doch auch dann ist sie gegenüber der Normalkultur verkürzt, ja die Verkürzung fällt (bei den größeren Zahlen) viel mehr auf. So geriet eine von Kultur B 76 abgezweigte Kultur bei Gen. 79 in Depressionszustand, doch betrug hier die Teilungsrate etwa 8—9, während sie bei der Normalkultur 20 Tage beträgt. Die Depressionsstadien sind somit stets auch durch ihre erheblich verkürzte Teilungsrate gegenüber Normalkulturen ausgezeichnet, also gerade umgekehrt wie bei den Infusorien. Für die uns hier beschäftigende Frage am wichtigsten ist aber die Tatsache, daß sie vollständig ausgeschlossen werden können.

In der geschilderten Weise sind nun seit Anfang Juni 1915, wie aus den Zuchtlisten hervorgeht, 550 Generationen ohne Depression rein agam gezüchtet. Zu den Angaben in den Zuchtlisten ist zu bemerken, daß hier nur die Anzahl der übergeführten Kolonien als Generationen gerechnet sind. Da jedoch bei jeder Teilungsrate nicht 1 Zellteilung stattfindet, sondern stets 5, so sind die in den Zuchtlisten angegebenen Zahlen der Generationen mit 5 zu multiplizieren, um die Zahl der Individualgenerationen zu erhalten. Wie aus den Listen ersichtlich, setzt sich diese Zahl der Generationen aus 2 Zuchtreihen zusammen, der Zuchtreihe A (32 Generationen) und der Zuchtreihe B (78 Generationen), also zusammen 110 Koloniegenerationen = 550 Individualgenerationen.

Ein Einwand könnte noch gegen die Bedeutung dieses Zuchtresultats erhoben werden, nämlich der, daß die Teilungsrate zu gewissen Zeiten außerordentlich schwankt. Bei Infusorien sind aber, wie Woodruff und Erdmann gezeigt haben, die dort zeitweise auftretenden Verlängerungen im Teilungsrhythmus mit den parthenogenetischen Zellregulationen verknüpft, und so könne auch hier etwas Der-

[1] Nicht so selten kommt es allerdings vor, daß von den 32 Tochterkolonien einer normalen Kultur einzelne nur 16 Individuen enthalten, eine gewisse Variabilität in dieser Beziehung also auch unter günstigen Bedingungen vorkommt. Immerhin möchte ich annehmen, daß auch hierfür äußere Einflüsse, die auf die 32 Individuen der Elternkolonien verschieden eingewirkt haben, verantwortlich zu machen sind, was noch weiterhin untersucht werden soll. Für unsere Frage ist das aber insofern nicht von Belang, als für die Weiterzucht stets Kolonien ausgewählt wurden, die die normalen 32 Individuen enthielten, also durch 5 Teilungsschritte entstanden waren.

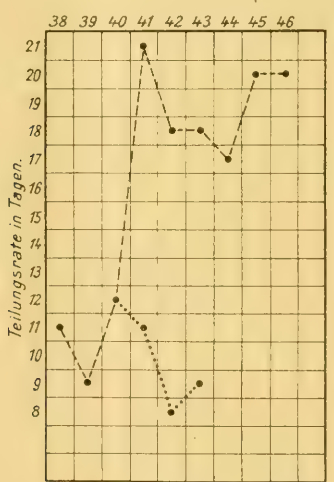
artiges stattfinden. Dieser Einwand läßt sich leicht beseitigen durch den Nachweis, daß die Schwankungen der Teilungsrate hier allein durch langsameres Wachstum infolge geringerer Beleuchtung bedingt sind. Wie die Zuchtlisten und besonders deutlich die Kurven zeigen, sind die Schwankungen der Teilungsrate ganz von der Jahreszeit abhängig. Während sie in den Sommermonaten, so besonders schön im Sommer 1916, Mitte Mai bis Mitte September, sehr regelmäßig ist und sich nur zwischen 4—6 Tagen bewegt[1], ja im Juni und Juli 1916 wochenlang genau auf 4 Tagen stehenbleibt, ist sie im Frühjahr, Herbst und Winter erheblichen Schwankungen ausgesetzt, so daß der Unterschied plötzlich von einer Generation zur andern 5—10 Tage betragen kann (s. Fig. 1). Die Beobachtungen haben ergeben, daß das ausschließlich von der Beleuchtung abhängt. So trat z. B. im August und Oktober 1915 plötzlich kaltes und vor allem sehr trübes Wetter ein, wodurch im Oktober 1915 die Teilungsrate (Generation A 21, 7.—21. Oktober) von 7 auf 14 Tage verlängert wurde, um bei der nächsten Generation (21. Oktober) wieder auf 8 Tage zurückzugehen. Im Winter sank dann die Teilungsrate am Nordfenster bis auf 24 Tage, am Südostfenster bis auf 20—21. Während von Frühjahr bis Herbst die Kulturen am Nordfenster weitaus am besten gedeihen und am Südfenster wegen zu greller Beleuchtung und Erhitzung oft Schädigungen erfahren, ist im Winter am Nordfenster der Lichtmangel zu groß, um die Kulturen dauernd zu erhalten. Die Kolonien können zu wenig assimilieren, kümmern und gehen schließlich ein, wozu noch Schädigungen durch zu starke Bakterienentwicklung, die bei so langer Dauer der Generation schwer vermeidbar ist, hinzukommen. So ging im ersten Winter, im Februar 1916, die Zählkultur A bei der 29. Generation am Nordfenster zugrunde. Glücklicherweise waren jedoch von Generation A 24 (November 1915) an auch Zuchten am Südfenster weitergeführt worden, wo sie sich bei kürzerer Teilungsdauer sehr gut entwickelten, und zwar, da sie so aufgestellt waren, daß plötzliche, direkte Sonnenbeleuchtung und Erhitzung ausgeschlossen war, ganz normal ohne alle Schädigungen. Leider war versäumt worden, von diesen Südfensterkulturen die genauen Teilungsraten aufzubewahren. Als daher zur Weiterführung der Zählkulturen auf diese Südfensterkulturen zurückgegriffen werden mußte, konnte die Generationszahl nicht mehr ganz genau, sondern

[1] Die Teilungsrate ist selbst bei den Geschwisterkolonien ein und derselben normalen Kultur fast nie ganz gleich. Wenn auch in guten Kulturen die Mehrzahl der Kolonien gleichzeitig in Teilung tritt, so finden sich doch fast immer einige Kolonien, bei denen sie (infolge langsameren Wachstums) ein bis mehrere Tage zurückbleibt.

nur ungefähr auf 32—34 angegeben werden. Von diesen aus wurde dann die neue Zählkultur B 1 am Nordfenster angelegt (März 1916). Sicher war jedoch, daß auch in diesen Südfensterkulturen keine Depressionen stattgefunden hatten, sondern ganz normale agame Generationen erfolgt sind. Die Fehlerquelle, die eventuell durch dieses Mißgeschick verursacht ist, bezieht sich somit nur auf die etwas größere oder geringere Gesamtzahl der Generationen. Bei der obigen Zahl derselben ist die geringst mögliche Anzahl der Südfensterkulturen angenommen, also 32 Generationen: es könnte somit höchstens die Zahl der Generationen um 2 Koloniegenerationen, also 5 × 2 = 10 Individualgenerationen, mehr betragen.

In Anbetracht dieser Verhältnisse sowie aus anderen Gründen war es natürlich mein Bestreben, von den äußeren Beleuchtungsverhältnissen völlig unabhängig zu werden und die *Eudorina* bei konstantem Licht zu züchten. Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen mit künstlichem Licht im Dunkelzimmer unternommen und auch für kürzere Zeit (einige Wochen) recht gleichmäßige Resultate erzielt. So zeigt Fig. 2 einen derartigen Versuch im Herbst 1916 bei einer 100kerzigen Nitralampe. Die Lichtkultur wurde von der Tageskultur B 40 (Teilungsdauer 12 Tage) abgezweigt. Während

Fig. 2.



Verhältnis von Normalkultur (- - - -) zur abgezweigten Kultur in künstlichem Licht (.........).

bei Generation 41 in der Tageskultur die Teilungsrate auf 21 Tage stieg und dann weiterhin bei Überführung an das Südostfenster zwischen 17—20 verblieb, sank sie bei der entsprechenden Lichtkultur (B 41) zunächst auf 11, dann für die weiteren Generationen (3) auf 8—9 Tage. Daß die Teilung nicht sofort auf 8—9 sank, ist verständlich, da ja beim Überführen die jungen noch nicht isolierten Kolonien noch einige Zeit unter den alten Ausgangsbedingungen gestanden haben. Bei einer stärkeren Beleuchtung in einem andern Versuch war die Teilungsrate noch kürzer, etwa 5—6 Tage. Leider läßt sich aber diese sonst so vielversprechende Versuchsanordnung mit künstlichem Licht nur 3—4 Generationen, nicht auf die Dauer durchführen, da nach wenigen Generationen schwere Schädigungen (überstürzte Teilungen, Zwergformen, Degenerationen) eintraten und bisher nicht vermeidbar waren. Um hier zum Ziele zu gelangen, müßten umfangreiche, kostspielige Versuche mit den verschiedensten Lichtquellen vorgenommen werden, die in jetziger Zeit aber schwer ausführbar sind und somit auf die Zeit nach dem Kriege verschoben wurden.

Die bisherigen Versuche lehren aber jedenfalls so viel, daß die Dauer der Teilungsrate bei normalen Kolonien (also abgesehen von den schon besprochenen Verhältnissen bei den Depressionsstadien) ganz vom Licht abhängig sind, was bei einem Organismus, dessen Wachstum auf Photosynthese beruht, ja eigentlich selbstverständlich ist. Daß bei veränderlicher längerer Teilungsrate keine anderen Vorgänge in der Zelle und bei ihrer Teilung sich abspielen als bei regelmäßiger kurzer (z. B. bei Generation B 9—32), scheint ganz sicher. Bei geringerem Licht ist eben, wie auch morphologisch sich leicht feststellen läßt, das Wachstum ein viel langsameres, und die Teilung erfolgt erst später. Dabei scheint aber die Teilungsgröße bei kurzer wie langer Teilungsrate durchschnittlich gleich, also ganz im Sinne der Kernplasmarelationslehre R. Hertwigs. Auch konnte cytologisch zwischen normalen Formen mit langer und kurzer Teilungsrate nicht der geringste Unterschied an den Kernen und der Kernteilung aufgefunden werden. Ja selbst in den natürlich auftretenden oder künstlich ausgelösten Depressionen ließen sich bisher keine abweichenden cytologischen Verhältnisse gegenüber der normalen Teilung nachweisen. Der einzige Unterschied ist eben der, daß bei ersteren die Teilung auf früheren Wachstumsstadien einsetzt, der Wachstumsfaktor (Jollos) gehemmt, der Teilungsfaktor gesteigert ist und somit Zwergkolonien auftreten. Wenn man bedenkt, daß die Eudorinen, wie alle Phytomonadinen, haploide Organismen sind, so läßt sich auch schwer vorstellen, was für besondere cytologische Vorgänge sich hier abspielen sollen. Da ferner in der Eudorinazelle rein somatische Kernelemente, die etwa dem Macronucleus der Infusorien entsprechen, fehlen,

so ist auch eine der Parthenogenese der Infusorien entsprechende Zell- und Kernregulation nicht zu erwarten.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß *Eudorina* 550 Individualgenerationen hindurch rein agam ohne Depression oder sonstige Zell- und Kernregulation gezüchtet wurde. Diese in $2^1/_2$ Jahren erzielte Zahl von Generationen scheint mir aber groß genug, um annehmen zu dürfen, daß in derselben Weise *Eudorina* dauernd gezüchtet und so die eingangs gestellte Frage nach der dauernden Möglichkeit solcher Züchtung mit Ja beantwortet werden kann.

Mit dieser Antwort ist aber auch zugleich die Entscheidung über die sogenannten Verjüngungs- und Regulationshypothesen der Befruchtung gefallen. Denn wenn ein Organismus, bei dem in der Natur jährlich mindestens einmal Befruchtung vorkommt, dauernd asexuell gezüchtet werden kann, ohne daß Regulationen vorkommen und nötig sind, dann kann eben die Bedeutung der Befruchtung nicht in einer Verjüngung oder Regulation gesucht werden, sondern muß anderswo liegen.

Daß auch die Amphimixislehre Weismanns, die heute in der Biologie noch herrschende Befruchtungstheorie, gar keine Befruchtungs-, sondern eine (allerdings sehr berechtigte und wohlbegründete) Vererbungstheorie ist, habe ich an anderen Orten schon mehrmals ausgeführt. Ist doch die Amphimixis nur die Folge eines Teiles der Befruchtungsvorgänge, die bei andersartiger Befruchtung (Automixis) überhaupt nicht vorkommt. Die teilweise Wirkung eines physiologischen Vorganges kann aber nicht als physiologische Erklärung dieses Vorganges angesprochen werden.

Die einzige den heute bekannten Tatsachen gerecht werdende Hypothese der Befruchtung ist die Sexualitätshypothese von Bütschli-Schaudinn. Auch diese Hypothese kann einer experimentellen Prüfung unterzogen werden; da aber bis heute derartige Versuche noch nicht ausgeführt, wenigstens noch nichts darüber bekannt ist, und unsere eigenen darauf gerichteten Experimente noch nicht zu einem Abschluß gelangt sind, so soll diese Frage hier nicht weiter behandelt werden, und wir wollen uns bezüglich der Bedeutung der Befruchtung mit dem obigen negativen Ergebnis für heute begnügen.

Zum Schluß wäre noch die Frage zu erörtern, was unser Ergebnis für das Todproblem bedeutet, mit dem sie ja, wie eingangs erwähnt, meist zusammengeworfen wird. Es ist ohne weiteres klar, daß dadurch rein sachlich die Weismannsche Anschauung von der sogenannten potentiellen Unsterblichkeit der Protozoen bewiesen ist, wenn man als Unsterblichkeit der Protozoen ihre Fähigkeit bezeichnet, daß »der

Kreislauf ihres Lebens, Teilung, Wachstum durch Assimilation und wiederum Teilung, niemals endet«. Diese Fähigkeit aber potentielle Unsterblichkeit zu nennen, scheint mir eine wissenschaftlich unzulässige, weil zweideutige Begriffsbildung. Die Begriffe Alter, Tod und Unsterblichkeit werden von fast allen Autoren seit Weismann in verschiedenerlei Sinne gebraucht. Während sie ursprünglich von den Verhältnissen bei höheren Tieren ausgehen und hier eng mit dem Begriff der Individualität verknüpft sind (s. auch Klebs 1917, S. 397), sind sie später bei den Protozoen unbedenklich auf Generationsreihen übertragen worden. Ich habe nun aber schon früher (1905) gezeigt, daß es auch bei Protozoen ein individuelles Altern und einen individuellen Tod gibt und daß hier, so z. B. bei einem großen monozoen Radiolar, einer Foraminifere usw., Tod und Fortpflanzung zusammenfallen, wobei ich hier ganz unentschieden lassen will, ob das für alle Protozoen gilt. Wenn aber in der Literatur bei Protozoen von Altern und Tod gesprochen wird, so geschieht dies meist ohne nähere Bezeichnung bald in bezug auf Individuen, bald auf Generationen. Will man daher hier nicht in nutzlose Wortstreitereien verfallen, dann muß man scharf zwischen dem verschiedenen Altern bzw. Tod der Individuen und dem der Generationen unterscheiden oder noch besser die Begriffe »Tod und Unsterblichkeit« auf die Individuen beschränken, für die sie ursprünglich geprägt sind. Wohl ist durch die obigen Versuche erwiesen, daß es ein Altern von Generationen bei Protisten nicht zu geben braucht, aber diese Möglichkeit des Fehlens von Alterserscheinungen bei Generationen als »Unsterblichkeit« zu bezeichnen, führt nur zur Begriffsverwirrung. Es liegt auch dazu kein Bedürfnis vor: ist diese Möglichkeit doch einfach der Ausdruck der Kontinuität des an individualisierte Systeme gebundenen Lebens und beweist nur, daß die Befruchtung für das Leben keine Notwendigkeit ist, ihre Bedeutung daher nicht in einer Verjüngung besteht. Einen Tod kann es nach dem Sinn, der diesem Begriffe innewohnt, nur bei Individuen geben: sein Begriff ist völlig an den des Individuums gebunden. Daher besteht auch für viele Pflanzen die große, ja unüberwindliche Schwierigkeit, diese Begriffe auf die dort waltenden Verhältnisse zu übertragen. Verflüchtigt sich doch hier vielfach der Begriff des Individuums, weil die Pflanzen großenteils offene biologische Systeme sind. Nur wo uns die Organismen, wie bei den Metazoen und fast allen Protozoen, als geschlossene Systeme entgegentreten, besitzt der Begriff des Individuums seine wahre unzweideutige Geltung, und nur hier hat die Frage nach dem Tod oder der Unsterblichkeit einen Sinn.

Die Frage nun, ob geschlossene biologische Systeme (also Metazoen und die meisten Protozoen) altern und sterben müssen, scheint

zwar für die Metazoen, die sich nur geschlechtlich vermehren, keine Frage, sondern eine einfache Tatsache. Für die ungeschlechtlich sich vermehrenden Protozoen und Metazoen ist sie von Goette und mir aufgeworfen und in dem Sinne beantwortet worden, daß hier Fortpflanzung und Tod zusammenfalle und die Fortpflanzung nicht nur ein Vermehrungs-, sondern auch ein Verjüngungsprozeß sei. Die Einwände, die gegen diese Auffassung erhoben wurden, so z. B. kürzlich von Jollos, treffen alle nicht den Kernpunkt der Frage und leiden, wie das ganze Todproblem, an der Unklarheit, die von in verschiedenem Sinne gebrauchten Begriffen herrührt. Dazu kommt die Verquickung verschiedener biologischer Vorgänge und Vergleichung nicht vergleichbarer Verhältnisse[1]. Ohne auf die Erörterung dieser Fragen hier näher einzugehen, möchte ich nur darauf hinweisen, daß auch hier ein physiologisches Problem vorliegt, das experimentell geprüft werden kann, und daß es gilt, auch bei der experimentellen Behandlung dieser Frage die Fragestellung möglichst scharf und präzis zu stellen und sich klarzumachen, was bewiesen werden soll oder kann. Die Frage scheint mir lauten zu müssen: Ist es möglich, geschlossene biologische Systeme dauernd im Wachstum zu erhalten ohne Alters- und Degenerationserscheinungen und ohne Reduktion des Systems durch Teilung (Fortpflanzung) oder sonstige Regulierung? Eine eingehende Erörterung derselben möchte ich auf die Zeit verschieben, wo ich experimentelles Material vorlegen kann, das zu ihrer Lösung im positiven oder negativen Sinne beizutragen vermag.

[1] So können bei der Behandlung dieser Frage natürlich durchaus nicht, wie Jollos meint, Metazoenzellen mit Protozoenzellen bzw. Zellteilungen verglichen werden, sondern nur Protozoenindividuen als geschlossene biologische Systeme mit Metazoenindividuen als solche. Eine Metazoenzelle ist kein faktisches Individuum (geschlossenes, isoliertes System), sondern nur ein gedachtes (fiktives), und der Zelltod einer Metazoenzelle ist wieder etwas ganz anderes als der Individuentod.

Zuchtlisten.

Zuchtserie A.

Nr. der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
1	—	—	
2	10. Juni 1915	7	
3	17. » »	7	
4	24. » »	8	
5	2. Juli »	8	
6	10. » »	3	Depressiom durch Verunreinigung (überstürzte Teilungen).
7	13. » »	4	
8	17. » »	5	
9	22. » »	4	
10	26. » »	5	
11	31. » »	4	
12	4. August 1915 . . .	6	
13	10. » »	9	Wettersturz, starke Lichtverminderung und Abkühlung.
14	19. » »	7	
15	26. » »	5	
16	31. » »	8	
17	8. September 1915 .	7	
18	15. » »	7	
19	22. » »	8	
20	30. » »	7	
21	7. Oktober 1915 . . .	14	Wetterabfall, starke Lichtverminderung und Abkühlung.
22	21. » » . . .	8	
23	29. » » . . .	9	
24	7. November 1915 .	11	Sinken der Teilungsrate wegen Lichtmangel im Winter.
25	18. » »	16	
26	4. (8.) Dezember 1915	19	
27	23. Dezember 1915 .	24	
28	16. Januar 1916	24	
29	9. Februar »	—	Kultur kümmerte wegen Lichtmangel und darauf folgender Verunreinigung und ging ein.

Von der Kultur E. 24, die seit dem 7. November am Südfenster weitergezüchtet worden war (etwa 32.—34. Generation?), wurden neue Zählkulturen (Zuchtserie B) angelegt.

Zuchtserie B.

Nr der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
1	10. März 1916	10	
2	20. » »	15	Für 3. Generation auf zurückgebliebene Kolonie gegriffen, da Schwesterkolonie verunreinigt.
3	4. April »	6.	Da Kolonie zur Generation 3 schon weit in Teilung, 1 Tag zugerechnet.
4	9. » »	6	
5	15. » »	7	
6	22. »	9	
7	1. Mai »	5	
8	6. » »	7 (10)	
(9	13. » »	3)	Verunreinigt, Depression.
9a	16. » »	5	4mal gewaschen, gut.
10	21. »	5	
11	26. » »	5	
12	31. » »	4	
13	5. Juni » .	5	
14	10. » »	4	Die meisten Kolonien waren schon am 9. Juni geteilt.
15	14. » »	5	
16	19. »	4	
17	23. » »	4	
18	27. » »	4	
19	1. Juli »	4	
20	5. » »	4	
21	9. » »	4	
22	13. »	4	
23	17. »	5	
24	22. » »	4	
25	26. » »	4	
26	30. » »	5	
27	4. August 1916	5	
28	9. » » . . .	5½	
29	15. » »	5½	
30	20.—21. August 1916	5½	
31	26. August 1916	6	
32	1. September 1916 .	6	
33	7. » »	8	
34	15. » »	7	
35	22. » »	7	
36	29. » »	12	
37	11. Oktober 1916 . . .	7	
38	18. » . .	11	
39	29. » »	9	

Nr. der Generation	Datum der Teilung und Isolierung	Dauer der Generation (Tage)	Bemerkungen
40	7. November 1916 .	12	
41	16. » »	21	Parallelkulturen in künstlichem Licht:
42	7. Dezember »	18	
43	—	18	18. November 11 Tage
44	12. Januar 1917	17	29. » 8 »
			7. Dezember 9 »
			16. » ? »
45	29. » »	20?	Degeneriert, abgebrochen.
46	—	25?	
47	—	25?	
48	31. März 1917	12	
49	12. April »	13	
50	25. » »	10	
51	7. Mai »	5	
52	12. » »	6	
53	18. » »	5	
54	23. » »	6	
55	29. » »	7	
56	5. Juni »	9	
57	14. » »	5	
58	19. » »	5	
59	24. » »	5	
60	29. » »	6	
61	5. Juli »	6	
62	11. » »	7	
63	18. » »	7	
64	25. » »	8	
65	2. August 1917	6	
66	8.	7	
67	15. » »	6	
68	21. » »	6	
69	27. » »	etwa 8	
70	Zahlen verlorengegangen	» 8	
71	durchschnittlich	» 8	
72	»	» 8	
73	27. September 1917.	8	
74	5. Oktober 1917...	9	
75	14. » » ...	9	
76	2. November 1917	13 (19)	In Klammern Parallelkultur,
77	15. (21.) Novbr. »	20 (13)	geriet bei Generation 79
78	5. (4.) Dezember »	(8—9)	in Depression.

Literatur.

O. Bütschli. 1882. Gedanken über Leben und Tod. Zool. Anz. V, 5.

Rh. Erdmann. 1910. Depression und fakultative Apogamie bei Amoeba diploidea. Festschrift R. Hertwig, V, 1.

Dieselbe. 1915. Endomixis und ihre Bedeutung für die Infusorienzelle. SB. d. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin.

A. Goette. 1883. Über den Ursprung des Todes. Hamburg und Leipzig.

M. Hartmann. 1906. Tod und Fortpflanzung. München.

R. Hertwig. 1889. Über die Konjugation der Infusorien. Abhandl. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. II, 17.

Derselbe. 1914. Über Parthenogenesis der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen. Biol. Zentralbl. V, 34.

V. Jollos. 1916. Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen. Biol. Zentralbl. V, 36.

G. Klebs. 1889. Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biol. Zentralbl.

Derselbe. 1899. Über die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena, G. Fischer.

Derselbe. 1904. Über Probleme der Entwicklung. Biol. Zentralbl. V, 24.

Derselbe. 1917. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei Pflanzen. Biol. Zentralbl. V, 37.

E. Maupas. 1888. Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. Arch. Zool. expér. et gén. V, 6.

A. Weismann. 1881. Über die Dauer des Lebens. Jena, G. Fischer.

Derselbe. 1883. Über Leben und Tod. Jena, G. Fischer.

L. Woodruff. 1911. Two thousand generations of Paramaecium. Arch. f. Protistk. V, 21.

Woodruff and Baitsell. 1911. Rhythms in the reproductive activity of Infusoria. Journ. exper. Zool. V, 11.

Woodruff and Erdmann. 1914. A normal periodic reorganisation process without cell fusion in Paramaecium. Ebenda V, 17.

Die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Licht. II.

Von Th. Liebisch und A. Wenzel.

(Vorgetragen am 6. Dezember 1917 [s. oben S. 681].)

VI.

Die Darstellung, die A. Koenig für die Intensitäten r_λ, g_λ, b_λ der Grundempfindungen im normalen menschlichen Auge bei der Beobachtung des Sonnenlichtspektrums als Funktion der Wellenlänge λ gegeben hat, wurde auf S. 6—18 benutzt, um die Zusammensetzung der Interferenzfarben vorauszusagen, die im parallelstrahligen polarisierten Lichte zwischen gekreuzten Polarisatoren erzeugt werden durch Platten oder Keile von Quarz, wenn die Beleuchtung durch Sonnenlicht erfolgt. Da die in den Farbengemischen enthaltenen Mengen von Grundrot R_λ, Grundgrün G_λ und Grundblau B_λ abhängig sind von dem Verhältnis der Doppelbrechung zur Wellenlänge, mit andern Worten, von dem in Wellenlängen gemessenen Gangunterschiede in einer Platte von der Einheit der Dicke (1 mm), kommen zwei Arten von Interferenzfarben in Betracht. Für die zur optischen Achse senkrechten Fortpflanzungsrichtungen ist maßgebend das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ zu der in Millimetern gemessenen Wellenlänge, denn es ist (S. 8):

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Dagegen kommt für die Richtung der optischen Achse in Betracht das Verhältnis der Differenz der Brechungsindizes $\omega'_\lambda - \omega''_\lambda$ zur Wellenlänge, denn hier gilt:

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Eine Abhängigkeit von beiden Gangunterschieden beobachten wir in den Interferenzerscheinungen, die im konvergenten polarisierten Lichte hervorgerufen werden durch Quarzplatten, deren Begrenzungsebenen senkrecht zur optischen Achse stehen.

Es seien bezeichnet die in Millimetern gemessene Plattendicke mit D, die Spuren der optischen Achse des Polarisationsapparates in der Eintrittfläche der Platte mit M, in der Austrittsfläche mit O und die Spur einer durch M gehenden und gegen die Plattennormale unter dem Winkel r geneigten Wellennormale in der Austrittsfläche mit Q, so daß $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$ wird.

Die Platte befinde sich zwischen gekreuzten Polarisatoren mit den Polarisationsebenen P, A. Zur Beleuchtung diene einfarbiges Licht von der Wellenlänge λ.

Abkürzend sei gesetzt:

$$(1.) \qquad \Phi(r, \lambda) = \frac{2D}{\cos r} \sqrt{\pi^2 \left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2 \sin^4 r + \pi^2 \left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2}.$$

Hierin kann das spezifische Drehungsvermögen eingeführt werden durch:

$$\rho_\lambda = \pi \cdot \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}.$$

In dem Interferenzbilde treten Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes $\Gamma = p \cdot \lambda$ auf, deren Winkelhalbmesser r mit den Werten der Doppelbrechungen $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ und $\omega'_\lambda - \omega''_\lambda$, der Plattendicke D und der Ordnungszahl p verbunden sind durch die Beziehung:

$$(2.) \qquad \Phi(r, \lambda) = 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda} = 2\pi p$$

oder:

$$(3.) \qquad \Gamma = p \cdot \lambda = \frac{D}{\cos r} \sqrt{(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda)^2 \sin^4 r + (\omega'_\lambda - \omega''_\lambda)^2}.$$

Es ist die Ordnungszahl $p = 1, 2, \cdots$ zu nehmen, falls die Dicke D unter den in Tab. 4 auf S. 13 angegebenen Beträgen D_0 bleibt.

Wir betrachten jetzt eine Stelle des Gesichtsfeldes auf einer der beiden Symmetrielinien, welche die Winkel (PA) halbieren. Hier herrscht im einfarbigen Licht die Intensität:

$$(4.) \qquad \mathfrak{J}_\lambda = \sin^2 \frac{\Phi(r, \lambda)}{2}.$$

Mit Hilfe dieses Wertes ergeben sich die in dem austretenden Lichte enthaltenen Mengen von Grundrot, Grundgrün und Grundblau:

$$(5.) \qquad R_\lambda = r_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda \qquad G_\lambda = g_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda \qquad B_\lambda = b_\lambda \cdot \mathfrak{J}_\lambda.$$

Erfolgt die Beleuchtung durch Sonnenlicht, so setzen sich die Grundempfindungen des Farbengemisches an der gewählten Stelle des Interferenzbildes in folgender Weise zusammen (S. 8):

$$(6.)\quad R = \sum_{400}^{700} R_\lambda \cdot \Delta\lambda, \quad G = \sum_{400}^{700} G_\lambda \cdot \Delta\lambda. \quad B = \sum_{400}^{700} B_\lambda \cdot \Delta\lambda.$$

Aus der auf S. 18/19 erläuterten Verschiedenheit in der Gestalt der Oberflächen gleichen Gangunterschiedes für inaktive und aktive optisch einachsige Kristalle ist unmittelbar ersichtlich, daß im weißen Licht nur die Interferenzfarben basischer Platten aus inaktiven Kristallen eine von der Plattendicke unabhängige Farbenfolge darbieten werden. Dagegen beruht das Interesse der Farbenerscheinungen an Platten aus aktiven Kristallen darauf, daß sie eine charakteristische Abhängigkeit von der Plattendicke zeigen. Als Beispiel wurden gewählt die zu Beobachtungen im polarisierten Lichte oft benutzten Quarzplatten von 3.75 und 7.50 mm Dicke. Den Ausgangspunkt einer quantitativen Analyse ihrer Farbengemische liefern die Werte der in Wellenlängen gemessenen Gangunterschiede in Platten von 1 mm Dicke:

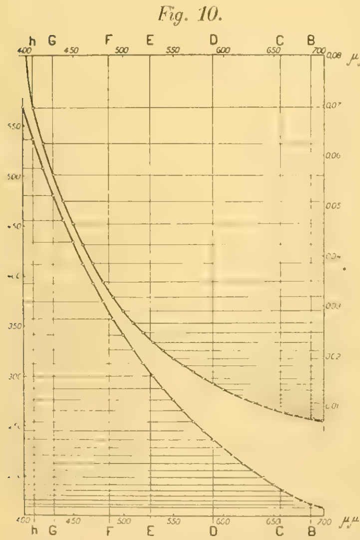
$$(7.)\qquad \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \quad \text{und} \quad \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} = \frac{\rho_\lambda}{\pi}\,.$$

die auf S. 17 in Tab. 7 für die den Fraunhoferschen Linien B—H entsprechenden einfarbigen Lichtarten angegeben wurden. Hieraus wurde die nach $\Delta\lambda = 10\ \mu\mu$ fortschreitende und von $\lambda = 0.000400$ bis 0.000700 mm reichende Tab. 11 abgeleitet, in der auch die Werte der in (1.) auftretenden Größen:

$$\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2, \quad \pi^2\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2,$$
$$\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2, \quad \pi^2\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2$$

enthalten sind. Eine Anschauung von der Dispersion der Quadrate von (7.) wird vermittelt durch Fig. 10.

Fig. 10.



Quarz. Abhängigkeit der Quadrate der Verhältnisse $(\varepsilon - \omega):\lambda$ (unten) und $(\omega' - \omega''):\lambda$ (oben) von der Wellenlänge.

Mit den für einen gegebenen Winkelhalbmesser r und den zugehörigen Wert OQ berechneten Werten der Grundempfindungen R, G, B (Tab. 12, 13) wurden die Quotienten $(B—G):(G—R)$ gebildet. Sie gestatten mit Hilfe der Tab. 1 und der zugehörigen Fig. 1, die in einem zur Interpolation geeigneten Maßstabe entworfen wird,

Tabelle 11. Quarz.

λ in mm	$\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}$	$\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\pi^2\left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}$	$\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2$	$\pi^2\left(\frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda}\right)^2 = \rho_\lambda^2$
0.000400	23.864	569.49	5620°6	0.2929	0.08572	2777°3
410	23.187	537.62		2641	6973	2259.1
420	22.549	508.46	5018.3	2503	6264	2029.5
430	21.946	481.63	4753.6	2375	5641	1827.6
440	21.375	456.88	4509.2	2262	5115	1657.3
450	20.833	434.01	4283.5	2161	4670	1513.2
460	20.319	412.86	4074.7	2061	4248	1376.4
470	19.832	393.30	3881.7	1965	3861	1251.0
480	19.365	375.01	3701.2	1877	3505	1135.7
490	18.922	358.06	3533.8	1788	3196	1035.6
500	18.500	342.25	3377.8	1707	2915	944.32
510	18.097	327.51	3232.4	1636	2675	866.72
520	17.711	313.68	3095.9	1577	2486	805.42
530	17.342	300.75	2968.3	1514	2292	742.58
540	16.987	288.55	2847.9	1457	2123	688.02
550	16.648	277.15	2735.4	1403	1968	637.56
560	16.321	266.38	2629.1	1350	1824	590.96
570	16.009	254.52	2529.4	1300	1690	547.57
580	15.708	246.74	2435.2	1251	1565	507.16
590	15.419	237 74	2346.4	1205	1452	470.46
600	15.140	229.23	2262.4	1160	1346	435.97
610	14.872	221.17	2182.9	1117	1247	404.02
620	14.612	213.51	2107.3	1074	1153	373.65
630	14.362	206.26	2035.7	1036	1073	347 83
640	14.121	199.39	1967.9	1001	1002	324.71
650	13.888	192.88	1903.6	0968	0941	303.46
660	13.662	186.65	1842.1	0937	0878	284.61
670	13.444	180.74	1783.9	0911	0829	268.63
680	13.233	175.11	1728.3	0883	0780	252.81
690	13.120	173.32	1698.9	0859	0739	239.32
700	13.010	169.26	1670.5	0834	0695	225.30

den gesuchten Farbton $\mathfrak{F}$ zu ermitteln, dessen Helligkeit $\mathfrak{H}$ und Sättigung $\mathfrak{S}$ sich dann aus (11.) und (12.) auf S. 11 ergeben. Die auf solche Weise gewonnenen Tab. 12. 13 liegen den Fig. 11—13 zugrunde. Nach den direkt berechneten Tripeln R. G. B sind die durch kleine vertikal übereinanderliegende Kreise bezeichneten Punkte der Grundempfindungskurven (a) eingetragen. Für die Konstruktion der Kurven (b). (c). (d). welche die Abhängigkeit darstellen. in der $\mathfrak{F}$. $\mathfrak{H}$. $\mathfrak{S}$ von r und OQ stehen, ist eine größere, hier nicht angeführte Reihe derartiger Wertsysteme erforderlich. die aus den Kurven (a) durch Interpolation gewonnen wurde.

Es erhebt sich hier die Frage, wieviel Wertetripel R, G, B berechnet werden müssen. um die Grundempfindungskurven mit hinrei-

Tabelle 12. Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

OQ in mm	r	1000 B	1000 G	1000 R	$\frac{B-G}{G-R}$	$\mathfrak{F}$ λ in μμ	$\mathfrak{H}$ in Proz.	$\mathfrak{S}$ in Proz.
0	0	503	955	883	− 6.3	569	89	35
0.1058	1° 37′	413	941	898	−12.3	574	90	45
0.2294	3 30	244	898	875	−28.4	577	87	64
0.3281	5 —	113	614	680	+ 7.6	583	66	76
0.4107	6 15	470	137	254	− 2.9	Purpur	23	51
0.4937	7 30	803	356	270	+ 5.2	484	29	43
0.5270	8 —	530	680	517	− 0.92	504	54	10
0.5772	8 45	202	851	803	−13.5	574	80	67
0.6612	10 —	728	189	312	− 4.4	Purpur	30	54
0.7289	11 —	315	669	480	− 1.8	523	51	35
0.7459	11 15	393	752	625	− 2.8	543	64	33
0.7971	12 —	622	455	616	− 1.0	Purpur	59	19
0.8314	12 30	442	299	372	− 2.0	Purpur	36	19
0.8485	12 45	401	398	365	+ 0.1	497	37	6
0.8830	13 15	511	616	477	− 0.76	503	50	11
0.9118	13 40	559	629	598	− 2.3	534	60	6
0.9350	14 —	503	494	579	− 0.11	Purpur	56	6
1.0048	15 —	518	545	456	− 0.30	499	47	10
1.1823	17 30	486	477	498	− 0.40	Purpur	49	2
1.3649	20 —	497	496	487	+ 0.11	496	49	1

Tabelle 13. Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. $D = 7.50$ mm.

OQ in mm	r	1000 B	1000 G	1000 R	$\frac{B-G}{G-R}$	$\mathfrak{F}$ λ in μμ	$\mathfrak{H}$ in Proz.	$\mathfrak{S}$ in Proz.
0	0	680	188	235	− 9.8	419	24	49
0.2117	1° 37′	646	188	217	−16.—	460	22	46
0.3275	2 30	621	192	140	+ 8.3	481	16	56
0.4587	3 30	537	289	212	+ 3.2	487	23	38
0.5903	4 30	354	588	397	− 1.2	510	43	20
0.6561	5 —	311	762	598	− 2.8	544	62	44
0.8214	6 15	655	401	587	− 1.3	Purpur	56	27
0.9874	7 30	417	658	488	− 1.4	515	51	20
1.0541	8 —	592	644	688	+ 1.2	605	68	7
1.1543	8 45	426	345	373	− 2.9	Purpur	37	9
1.2551	9 30	545	624	570	− 1.5	517	58	6
1.3224	10 —	449	413	523	− 0.33	Purpur	50	10
1.4578	11 —	484	450	441	+ 3.8	486	44	4
1.4918	11 15	469	455	520	− 0.21	Purpur	51	5
1.5941	12 —	487	528	483	− 0.91	505	49	3
1.6628	12 30	511	483	509	− 1.1	Purpur	50	4
1.6971	12 45	512	561	563	+24.—	581	56	6
1.7660	13 15	488	493	480	− 0.4	500	48	2
2.0096	15 —	510	499	461	+ 0.3	496	47	6
2.3646	17 30	491	503	497	− 2.0	529	50	1
2.7298	20 —	502	501	499	+ 0.5	497	50	0.3

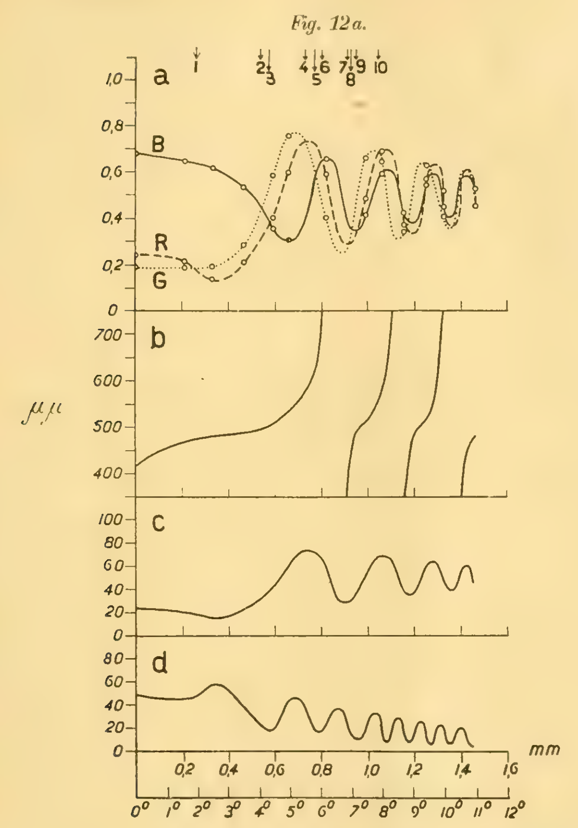


Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse. $D = 3.75$ mm, zwischen gekreuzten Nicols. (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung für die Interferenzfarben I. bis IV. Ordnung.

chender Sicherheit konstruieren zu können. Im allgemeinen wird es genügen, nur soweit in der Auswahl der Winkel *r* fortzuschreiten, bis ein neu eingeschaltetes Wertsystem den Verlauf der aus den schon vorhandenen Werten gezeichneten Kurven bestätigt.

Im Mittelfelde der Interferenzerscheinung, die durch eine Quarzplatte von 3.75 mm Dicke erzeugt wird, herrscht nach Fig. 11 der charakteristische blaßgelbe (*b*), helle (*c*) Farbton, dessen Sättigungsgrad (*d*) mit wachsendem Winkelhalbmesser zunimmt, während gleichzeitig die Helligkeit abnimmt. Er geht in ein dunkleres Gelbbraun

Fig. 12a.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 7{,}50$ mm, zwischen gekreuzten Nicols. Kurven (*a*) bis (*d*) für die Interferenzfarben II. bis IV. Ordnung.

über. Dann folgt dunkles (*c*) Rot erster Ordnung (*b*) und ein dunkles (*c*) gesättigtes (*d*) Purpur (*b*). — Die zweite Ordnung der Interferenzfarben beginnt mit einem ziemlich dunklen (*c*) Blau (*b*), das mit wachsendem Winkelhalbmesser heller (*c*) und blasser (*d*) wird. Darauf tritt eine sehr wenig gesättigte (*d*) blaugrüne Farbe (*b*) von mittlerer Helligkeit (*c*) auf. Nun folgt kräftigeres Hellgelb (*b*), das in ein dunkler werdendes (*c*) tieferes (*d*) Rot zweiter Ordnung (*b*) übergeht. Auch am Übergang zur Farbenfolge dritter Ordnung erscheint Purpur, aber heller (*c*) und blasser (*d*) als vorher. — Blaugrün (*b*) von mittlerer

Fig. 12b.

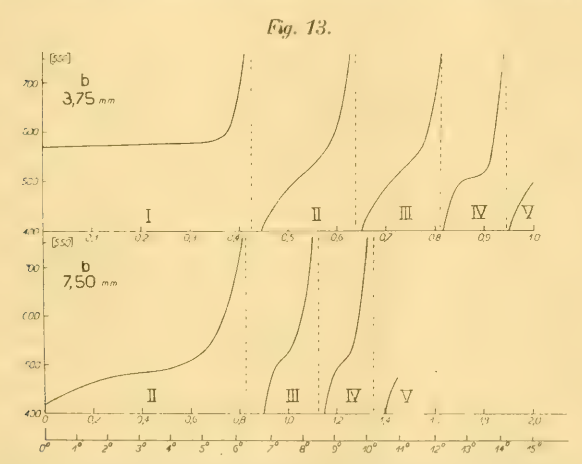
Quarz. $D = 7.50$ mm: Getrennte Darstellung der Grundempfindungskurven *R*, *G*, *B*.

Helligkeit (*c*) und geringerer Sättigung (*d*) nimmt nun einen breiteren Raum ein. Dasselbe gilt von Rotpurpur. Die übrigen Farben treten zurück. Die Kurven (*b*) des Farbtons 𝔉 sind im blauen und gelben Gebiet des Spektrums steil aufgerichtet. Im Bereich des Grün verlaufen sie flacher. Sehr steil erfolgt der Übergang von Grün zu Rot. Daher wird mit zunehmender Ordnungszahl nur noch ein Wechsel von Rosa und Blaßgrün beobachtet. Auch die Helligkeitsunterschiede (*c*) werden geringer, und der Sättigungsgrad (*d*) nimmt ab.

Die Farbenfolge der durch eine doppelt so dicke Quarzplatte von 7.50 mm hervorgerufenen Interferenzerscheinung beginnt im Mittelfelde mit dem charakteristischen dunklen (*c*), halbgesättigten (*d*), violett-

blauen (b) Farbton zweiter Ordnung. Er geht über in Blaugrün (b) von wachsender Helligkeit (c) und abnehmendem Sättigungsgrade (d). Darauf folgen ein gesättigteres (d) Hellgrün (b) und ein sehr blasses (d) helles (c) Gelb (b). Hieran schließen sich gesättigteres (d) dunkleres (c) Rot zweiter Ordnung (b) und Purpur, ein Farbton, der außer an dieser Stelle des Überganges von der zweiten zur dritten Ordnung in der Farbenreihe nicht wieder angetroffen wird, da seine Sättigung zu schwach ist. — In der dritten Ordnung erscheint zunächst mit zunehmender Helligkeit ein Blaugrün und darauf ein noch helleres Grün. Hieran schließt sich das nicht sehr dunkle und nur wenig gesättigte

Fig. 13.



Quarz. Vergleichende Zusammenstellung der Abhängigkeit des Farbtons von dem Winkelhalbmesser der isochromatischen Kurven in den Ordnungen I bis IV für $D = 3.75$ mm und II bis IV für $D = 7.50$ mm.

Rot dritter Ordnung. — Nun wiederholen sich Farben, in denen blasses Blaugrün und Rosa überwiegen, deren b-Kurven also im grünen Spektralbereich flacher ansteigen als im blauen und gelben, bis schließlich das Weiß höherer Ordnung auftritt.

Vergleicht man den Verlauf der Grundempfindungskurven in Fig. 11 und 12a, so ergibt sich, daß die Ordinaten ihrer Schnittpunkte 1 bis 10 einander entgegengesetzte Größenfolgen darbieten. In der Tat finden folgende Beziehungen statt, in denen sich das obere Zeichen auf die Plattendicke 3.75 mm, das untere auf 7.50 mm bezieht:

$$1\,G = R \gtrless B,\quad 2\,B = G \lesseqgtr R,\quad 3\,B = R \gtrless G,\quad 4\,G = R \lesseqgtr B,\quad 5\,B = G \gtrless R,$$

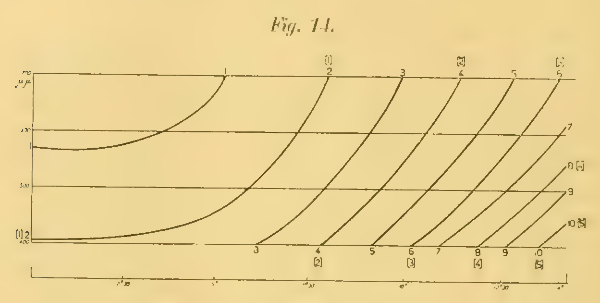
$$6\,B = R \lesseqgtr G,\quad 7\,R = G \gtrless B,\quad 8\,B = G \lesseqgtr R,\quad 9\,R = B \gtrless G,\quad 10\,R = G \lesseqgtr B.$$

Daher sind in den Richtungen der zugehörigen Winkelhalbmesser nahezu komplementäre Interferenzfarben wahrzunehmen.

Die Zusammenstellung der Kurven (*b*) der Farbtöne in Fig. 13 ist namentlich dadurch von Interesse, daß sie eine Anschauung gewährt von dem Auftreten der durch gestrichelte vertikale Geraden angedeuteten Übergangsfarben.

Fällt der Spalt eines Spektroskops in die Richtung einer der Symmetrielinien, welche die Winkel zwischen den Polarisationsebenen *P*, *A* halbieren, so werden im Spektrum dunkle Kurven an den Stellen auftreten, an denen nach (4):

Fig. 14.



Quarz. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben für [$D = 3.75$ mm] und $D = 7.50$ mm. Kurven gleichen Gangunterschiedes.

$$\mathfrak{J}_\lambda = \sin^2 \frac{\Phi(r, \lambda)}{2} = \sin^2 \pi \frac{\Gamma}{\lambda} = 0 \tag{8.}$$

ist, also der Gangunterschied Γ ein ganzzahliges Vielfaches p von λ erreicht. Da in der vorausgehenden Berechnung der Grundempfindungen nach (6) die Werte von $\mathfrak{J}_\lambda$ für die Wellenlängen der Tab. 11 gewonnen worden waren, konnten sie hier benutzt werden, um für jeden der gewählten Winkelhalbmesser r durch Interpolation die Wellenlängen abzuleiten, für welche die Intensität $\mathfrak{J}_\lambda$ verschwindet. Es ergab sich z. B. für die Plattendicke 3.75 mm, den Winkel $r = 4° 30'$ und die Ordnungszahl $p = [1]$, daß zu den Wellenlängen $\lambda = 0.000430$ und 0.000440 mm die Winkel $\frac{1}{2}\Phi = 10°$ und $5° 40'$ gehören. Dazwischen muß, wie der Verlauf von $\frac{1}{2}\Phi$ im Gebiet der benachbarten Wellenlängen lehrt, die Wellenlänge sich befinden, die $\frac{1}{2}\Phi$ zum Verschwinden bringt. Hieraus folgt $\lambda = 0.000436$ mm. Auf diese Weise

wurde Fig. 14 konstruiert; die eingeklammerten Ordnungszahlen p beziehen sich auf die Plattendicke 3.75, die übrigen auf 7.50 mm.

Inaktive Kristalle würden unter denselben Bedingungen Kurven gleichen Gangunterschiedes liefern, die dem durch Fig. 3 dargestellten Typus angehören.

VII.

Wenn die Interferenzerscheinungen bekannt sind, die im polarisierten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren hervorgerufen werden, so können daraus die komplementären Erscheinungen entnommen werden, die zwischen parallelen Polarisatoren entstehen.

In einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche sind die Mengen von Grundrot R, Grundgrün G, und Grundblau B in dem Farbengemisch, das an einer Stelle mit der Dicke d im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren auftritt, gegeben durch:

$$R = \int R_\lambda \cdot d\lambda \text{ usw.,}$$

$$R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \text{ usw.}$$

Zwischen parallelen Polarisatoren gilt für die Grundempfindungen R', G', B':

$$R' = \int R'_\lambda \cdot d\lambda \text{ usw.,}$$

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \pi d \frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda} \right\} = r_\lambda - R_\lambda \text{ usw.,}$$

daher wird nach der auf S. 4 eingeführten Voraussetzung:

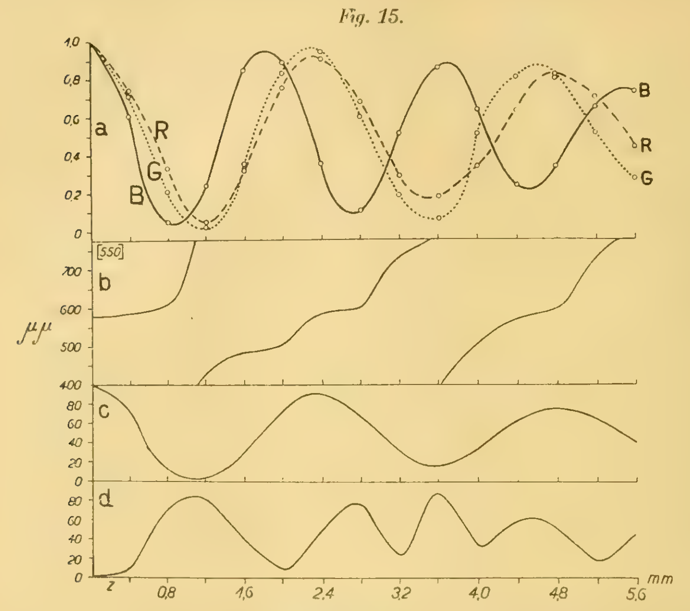
$$(1.) \qquad R' = 1 - R, \quad G' = 1 - G, \quad B' = 1 - B.$$

Die Größenfolge der zu einer bestimmten Dicke d gehörigen Grundempfindungen R', G', B' ist also entgegengesetzt zu der Anordnung von R, G, B. Daher stehen die Grundempfindungskurven für gekreuzte und für parallele Polarisatoren in der Beziehung zueinander, daß sie spiegelbildlich liegen zur Abszissenachse: in beiden Fällen sind aber die Ordinaten nach derselben Richtung zu nehmen. Nach dieser Anweisung sind die zu einem Keilwinkel $\alpha = 1°30'$ gehörigen Werte von R', G', B' aus Tab. 3 auf S. 9 abgeleitet (Tab. 14) und die Kurven (a) in Fig. 15 gezeichnet.

Da der Quotient:

$$(2.) \qquad \frac{B' - G'}{G' - R'} = \frac{B - G}{G - R}$$

Fig. 15.



Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche zwischen parallelen Nicols (vgl. S. 10, Fig. 5).

wird, ist die Reihe 6 der Tab. 3 unmittelbar in die Tab. 14 zu übertragen. Nun kann der zu diesen Zahlen gehörige Farbton $\mathfrak{F}'$ wieder entnommen werden aus der für Spektralfarben geltenden Fig. 1, die in einem zu Interpolationen geeigneten Maßstabe hergestellt ist. Folgendes Beispiel möge das Verfahren erläutern. An der Stelle $z = 1.6$ mm des Keiles gilt nach Tab. 3 zwischen gekreuzten Polarisatoren:

$$1000\,R = 687\,, \quad 1000\,G = 656\,, \quad 1000\,B = 178\,,$$

so daß:

$$\frac{B-G}{G-R} = +15.4$$

wird. Da $R > G > B$ ist, ergibt sich in Fig. 1 aus dem Schnittpunkt der durch $+15.4$ gelegten Horizontalen mit dem rechten Kurvenzweige der Farbton:

$$\mathfrak{F} = 581\,\mu\mu\,.$$

An derselben Stelle des Keiles erhalten wir nach Tab. 14 zwischen parallelen Polarisatoren:

Tabelle 14.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche im parallelstrahligen Licht zwischen parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\alpha = 1°30'$.

d in μ	z in mm	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	$\mathfrak{F}'$ λ in $\mu\mu$	$\mathfrak{H}'$ in Proz.	$\mathfrak{S}'$ in Proz.
10.475	0.4	737	723	602	+ 8.64	583	70	12
20.950	0.8	338	208	50	+ 1.21	605	8	75
31.425	1.2	40	19	232	− 10.1	425	4	80
41.898	1.6	313	344	822	+ 15.4	475	32	37
52.375	2.0	739	816	876	+ 0.78	494	75	9
62.85	2.4	890	927	350	− 15.6	575	89	51
73.32	2.8	670	586	113	+ 5.64	585	65	75
83.80	3.2	328	185	494	− 2.16	Rot-P.	31	23
94.27	3.6	179	55	835	− 6.13	Viol.-P.	17	85
104.74	4.0	323	494	618	+ 0.72	494	36	32
115.22	4.4	611	776	227	− 3.33	551	63	57
125.69	4.8	778	782	319	−116.0	578	77	49
136.17	5.2	675	500	624	− 0.70	Rot-P.	65	17
146.64	5.6	417	255	691	− 2.69	Viol.-P.	40	44

$$1000\,R' = 313, \quad 1000\,G' = 344, \quad 1000\,B' = 822,$$

so daß auch der Quotient:

$$\frac{B'-G'}{G'-R'} = +15.4$$

wird. Da aber jetzt $B' > G' > R'$ ist, muß in Fig. 1 der Schnittpunkt jener Horizontalen mit dem mittleren Kurvenzweige aufgesucht werden. Auf diese Weise ergibt sich der komplementäre Farbton:

$$\mathfrak{F}' = 475\,\mu\mu.$$

Aus (1.) und den allgemein gültigen Beziehungen (10.) und (11.) auf S. 11 folgt, daß die Helligkeit $\mathfrak{H}'$ der Interferenzfarbe an einer Stelle d des zwischen parallelen Polarisatoren liegenden Keiles zu berechnen ist aus der Helligkeit $\mathfrak{H}$, die an derselben Stelle zwischen gekreuzten Polarisatoren herrscht, nach der Beziehung:

$$(3.) \qquad \mathfrak{H}' = \mathfrak{r}R' + \mathfrak{g}G' + \mathfrak{b}B' = 1 - \mathfrak{H}.$$

Der zugehörige Sättigungsgrad $\mathfrak{S}'$ ergibt sich aus:

$$(4.) \qquad \mathfrak{S}' = \frac{(R'+G'+B') - 3.\ \text{Kleinste Grundempfindung}}{R'+G'+B'}.$$

Tabelle 15.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse parallelen Eintrittsfläche im parallelstrahligen Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\alpha = 1° 30'$.

z in mm	Gekreuzte Nicols		Parallele Nicols		Ordnung
	𝔉 λ in μμ	Farbton	𝔉' λ in μμ	Farbton	
0.4	480	Blaugrau	583	Hellgelb	I
0.8	492	Sehr helles blasses Blau	605	Rot	I
1.2	542	Sehr helles blasses Grüngelb	425	Tiefviolett	I
1.6	581	Hellgelb	475	Helleres Blau	I
2.0	613	Rot	494	Blasses Bläulichgrün	I
2.4	459	Dunkles Blauviolett	575	Helles Gelbgrün	II
2.8	484	Lichtblau	585	Hellgelb	II
3.2	532	Blasses Lichtgrün	[533]	Rotpurpur	II
3.6	569	Hellgelb	[568]	Violettpurpur	II
4.0	615	Hellrot	494	Bläulichgrün	II
4.4	[553]	Purpur	551	Helles Gelbgrün	III
4.8	465	Dunkles Blau	578	Mattes Gelb	III
5.2	503	Mattes Blaugrün	[500]	Mattes Rotpurpur	III
5.6	542	Helles Gelbgrün	[540]	Mattes Violettpurpur	III

Tabelle 16.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche im parallelstrahligen Licht zwischen parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

d in mm	z in mm	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	𝔉' λ in μμ	𝔋' in Proz.	𝔖' in Proz.
0.5773	1	927	915	853	+10.2	582	92	9
1.1547	2	769	759	503	+25.6	585	76	25
2.3094	4	322	227	48	+ 1.70	600	30	75
3.4641	6	114	48	497	— 6.82	Viol.-P.	11	78
4.6188	8	202	239	856	+16.7	475	22	53
5.7735	10	461	626	516	— 0.67	501	49	14
6.9282	12	712	837	276	— 4.48	563	73	54
8.0830	14	783	729	487	+ 4.50	587	77	27
9.2376	16	635	460	637	— 1.00	Rot-P.	61	20
10.392	18	422	284	520	— 1.71	Rot-P.	40	31
11.547	20	328	322	428	—17.7	460	33	10
12.702	22	384	490	488	— 0.02	497	43	16
13.856	24	489	620	537	— 0.64	504	51	11
15.011	26	552	616	500	— 1.8	524	56	11
16.166	28	555	521	517	+ 1.2	604	55	3
17.320	30	530	439	483	— 0.38	Rot-P.	51	9

Tabelle 17.

Interferenzfarben in einem Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche im parallelstrahligen Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

z in mm	Gekreuzte Nicols $\tilde{\delta}$ λ in μμ	Gekreuzte Nicols Farbton	Parallele Nicols $\tilde{\delta}'$ λ in μμ	Parallele Nicols Farbton	Ordnung
1	469	Dunkles Blaugrün	582	Fahles Hellgelb	I
2	471	Blau	585	Hellgelb	
4	491	Helles Lichtblaugrün	600	Sattes Orangerot	
6	570	Hellgelb	[570]	Violettpurpur	
8	581	Sattes Gelb	475	Blauviolett	
10	[500]	Mattes Rotpurpur	501	Blasseres Blaugrün	
12	[562]	Violettpurpur	563	Gelbgrün	II
14	485	Dunkles Blau	587	Mattes Hellgelb	
16	507	Mattes Blaugrün	[505]	Mattes Rotpurpur	
18	523	Grünblau	[520]	Mattes Violettpurpur	
20	576	Helles fahles Gelb	460	Mattes Blauviolett	
22	[496]	Mattes Rotpurpur	497	Helleres fahles Blaugrün	
24	[500]	Tieferes Rotpurpur	504	Helleres fahles Grünblau	
26	[522]	Blasses Violettpurpur	524	Fahles Grün	III
28	492	Mattes Blaugrün	604	Mattes Rosa	
30	500	Mattes Grünblau	[500]	Mattes Rotpurpur	

Fig. 16.

Quarzkeil mit einer zur optischen Achse senkrechten Eintrittsfläche zwischen parallelen Nicols (vgl. S. 15, Fig. 7).

Tabelle 18.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen parallelen Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

OQ in mm	r	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	$\mathfrak{H}'$ in Proz.	$\mathfrak{S}'$ in Proz.
0	0	117	45	497	− 6.4	[520]	12	80
0.1058	1°37'	102	59	587	−12.2	454	10	76
2294	3 30	125	102	756	−28.4	467	13	69
3281	5 —	320	386	887	+ 7.6	480	34	40
4107	6 15	746	863	530	− 2.9	545	77	26
4937	7 30	730	644	197	+ 5.2	585	71	66
5270	8 —	483	320	470	− 0.92	[504]	46	25
5772	8 45	197	149	798	−13.5	456	20	61
6612	10 —	688	811	272	− 4.4	563	70	54
7289	11 —	520	331	685	− 1.8	[524]	49	35
7459	11 15	375	248	607	− 2.8	[544]	36	40
7971	12 —	384	545	378	− 1.0	505	41	13
8314	12 30	628	701	558	− 2.0	530	64	11
8485	12 45	635	602	599	+ 0.1	670	63	2
8830	13 15	523	384	489	− 0.76	[502]	50	14
9118	13 40	402	371	441	− 2.3	[535]	40	8
9350	14 —	421	506	497	− 0.11	497	44	11
1.0048	15 —	544	455	482	− 0.3	[500]	53	8

Tabelle 19.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. $D = 3.75$ mm.

r	Gekreuzte Nicols		Parallele Nicols		Ordnung
	$\mathfrak{F}$ λ in μμ	Farbton	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	Farbton	
0	569	Hellgelb	[520]	Tiefes Violettpurpur	I
1°37'	574	"	454	Blauviolett	I
3 30	577	Intensiveres Hellgelb	467	Blau	I
5 —	583	Gelb	480	Helleres Blau	I
6 15	[545]	Purpur	545	Hellgrün	I
7 30	484	Dunkelblau	585	Hellgelb	II
8 —	504	Mattes Grünblau	[504]	Rotpurpur	II
8 45	574	Hellgelb	456	Blau	II
10 —	[563]	Schwächeres Purpur	563	Hellgelb	II
11 —	524	Grünblau	[524]	Matteres Violettpurpur	III
11 15	543	Gelbgrün	[544]	Dunkles mattes Violettpurpur	III
12 —	[505]	Mattes Purpur	505	Blasses Violett	III
12 30	[530]	Mattpurpur	530	Mattes Gelbgrün	IV
12 45	497	Blaßblaugrün	670	Mattes Rosa	IV
13 15	503	"	[503]	Mattes Rotpurpur	IV
13 40	534	Mattes Grüngrau	[534]	Sehr mattes Violettpurpur	IV
14 —	[500]	Mattes Rosa	497	Mattes Blaugrün	IV
15 —	499	Blasses Bläulichgrün	[500]	Mattes Rosa	V

Tabelle 20.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Licht zwischen parallelen Polarisatoren. $D = 7{,}50$ mm.

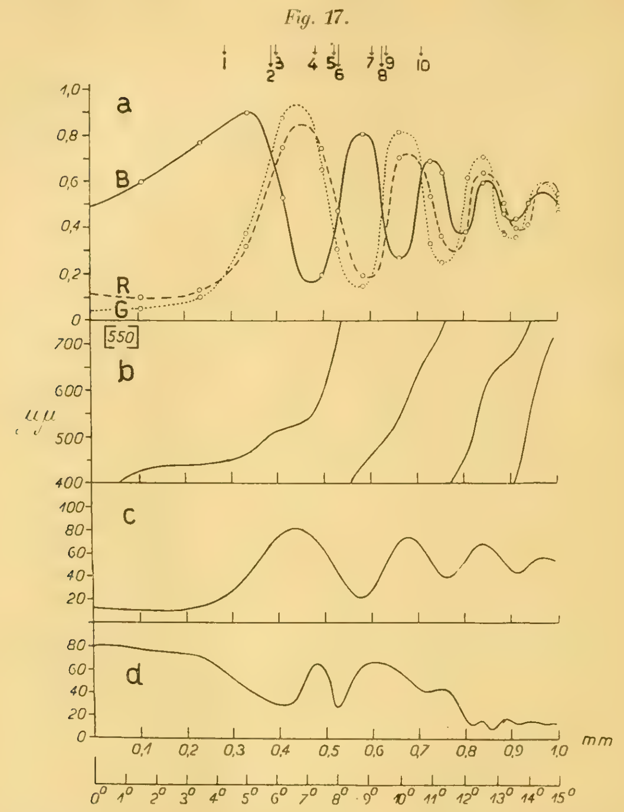
OQ in mm	r	1000 R'	1000 G'	1000 B'	$\frac{B'-G'}{G'-R'}$	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	$\mathfrak{S}'$ in Proz.	$\mathfrak{G}'$ in Proz.
0	0	765	812	320	− 9.8	574	76	51
0.2117	1°37'	783	812	354	−16.0	577	78	45
3275	2 30	860	808	379	+ 8.3	583	84	44
4587	3 30	788	711	463	+ 3.2	590	77	29
5903	4 30	603	412	646	− 1.2	[510]	57	26
6561	5 —	402	433	689	−12.8	454	38	21
8214	6 15	413	599	445	− 1.3	511	44	15
9874	7 30	512	342	583	− 1.4	[515]	49	29
1.0541	8 —	312	356	408	+ 1.2	491	32	13
1543	8 45	627	655	574	− 2.9	545	63	7
2551	9 30	430	376	455	− 1.5	[518]	42	10
3224	10 —	477	587	551	− 0.33	500	50	11
4578	11 —	559	550	516	+ 3.8	588	56	4
4918	11 15	480	545	531	− 0.2	496	49	7
5941	12 —	517	472	513	− 0.9	[497]	51	6
6628	12 30	491	517	489	− 1.1	509	50	2

Tabelle 21.

Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse im konvergenten Lichte zwischen gekreuzten und parallelen Polarisatoren. $D = 7.50$ mm.

r	Gekreuzte Nicols		Parallele Nicols		Ordnung
	$\mathfrak{F}$ λ in μμ	Farbton	$\mathfrak{F}'$ λ in μμ	Farbton	
0	419	Tiefviolett	574	Hellgelb	II
1°37'	460	Blau	577	"	
2 30	481	Dunkelblau	583	"	
3 30	487	Dunkelblaugrün	590	Mattes Hellgelb	
4 30	510	Matteres Blaugrün	[510]	Matteres Purpur	
5 —	544	Gelbgrün	454	Lichtblau	
6 15	[511]	Matteres Purpur	511	Blasses Bläulichgrün	
7 30	515	Mattes Grün	[515]	Purpurnes Rosa	III
8 —	605	Mattes Gelbrosa	491	Mattes Blaugrün	
8 45	[545]	Blasses Rosa	545	Fahles Gelbgrün	
9 30	517	Mattes Grün	517	Mattes Rosa	IV
10 —	[500]	Mattes Rosa	500	Mattes Bläulichgrün	
11 —	486	Blasses Blaugrün	588	Mattes Gelb	V
11 15	[496]	Graurosa	496	Blasses Bläulichgrün	
12 —	505	Graugrün	[505]	Mattes Rosa	VI
12 30	[509]	Graurosa	509	Graues Bläulichgrün	

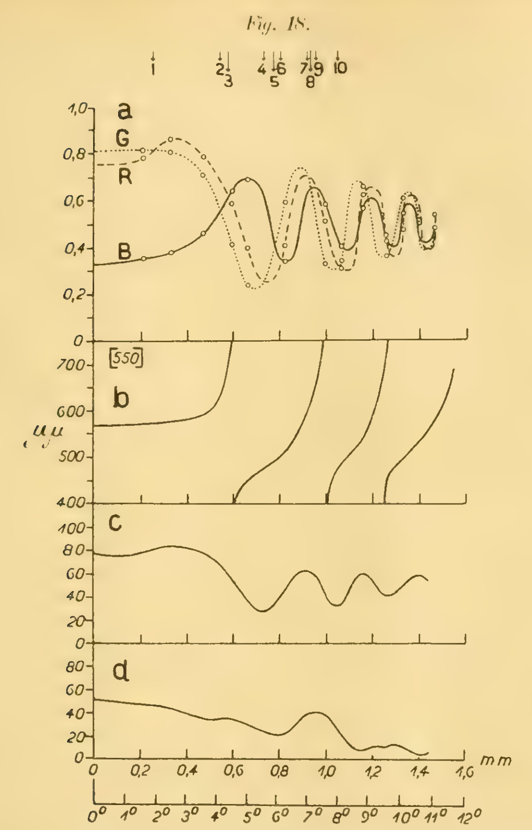
Fig. 17.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 3.75$ mm, zwischen parallelen Nicols (vgl. Fig. 11).

Hiernach sind Tab. 14 vervollständigt und die Kurven (b), (c), (d) in Fig. 15 konstruiert worden. Schließlich wurde eine vergleichende Übersicht der Farbtöne $\mathfrak{F}$ und $\mathfrak{F}'$ in Tab. 15 entworfen. Um darin auch die Purpurfarben durch Zahlen zu kennzeichnen, wurden die Wellenlängen der komplementären Farbtöne in Klammern eingeschlossen hinzugefügt. Wenn sich also aus einem berechneten Tripel von Grundempfindungen R, G, B ein Quotient $(B - G):(G - R)$ ergeben hatte, der sich in der durch Fig. 1 dargestellten Abhängigkeit des Verhältnisses $(b - g):(g - r)$ der Spektralfarben von der Wellenlänge nicht vorfindet, so wurde in dieser Figur die demselben Zahlenwerte des Quo-

Fig. 18.



Quarz. Platte senkrecht zur optischen Achse, $D = 7.50$ mm zwischen parallelen Nicols (vgl. Fig. 12a).

tienten aber der entgegengesetzten Größenfolge der Grundempfindungen entsprechende Wellenlänge aufgesucht

In analoger Weise wird das Verhalten eines Quarzkeiles, an dem die Eintrittsfläche senkrecht zur optischen Achse liegt und der Keilwinkel $\beta = 30°$ beträgt, zwischen parallelen Polarisatoren erläutert durch die aus Tab. 6 und Fig. 7 abgeleiteten Tab. 16, 17 und Fig. 16, denn es besteht auch hier eine Beziehung von der Gestalt (1.):

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \pi d \, \frac{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}{\lambda} \right\} = r_\lambda - R_\lambda \text{ usw.}$$

Auch die Interferenzerscheinungen basischer Platten im konvergenten Licht zwischen parallelen Nicols ergeben sich unmittelbar aus den Farbenanordnungen, die zwischen gekreuzten Nicols erhalten wurden, da:

$$R'_\lambda = r_\lambda \left\{ 1 - \sin^2 \frac{\Phi(r, \lambda)}{2} \right\} = r_\lambda - R_\lambda \text{ usw.}$$

Die Zahlenwerte für die Plattendicken 3.75 und 7.50 mm sind enthalten in den Tab. 18, 19 und 20, 21, zu denen Fig. 17 und 18 gehören.

VIII.

Die Interferenzerscheinung, die von einer zur optischen Achse z parallelen Quarzplatte im konvergenten Lichte erzeugt wird, kann auch in einem Polarisationsapparat, dessen Kondensoren die hohe numerische Apertur 1.30 besitzen (vgl. diese Sitzungsberichte 1916, S. 873), noch nicht merklich beeinflußt werden von dem optischen Drehungsvermögen. Sie ist also nur abhänging von dem Verhältnis der Doppelbrechung $\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda$ zur Wellenlänge. Denn es besitzt z. B. das der Fraunhoferschen Linie G entsprechende einfarbige Licht den mittleren Brechungsindex $n = 1.5574$, so daß die Apertur 1.286 zu dem mittleren Brechungswinkel $r = 55°40'$ gehört. Die gebrochene Wellennormale fällt also noch nicht in den um die optische Achse z gelegten Kegel von 25°, in dem die Abweichung von dem Huygensschen Gesetz der Fortpflanzung des Lichtes bemerkbar wird.

Von dem Punkte M, in welchem die Eintrittsfläche einer Platte von der Mittellinie des Polarisationsapparates getroffen wird, gehe ein rechtwinkliges Koordinatensystem aus. Die z-Richtung sei bestimmt durch die optische Achse. Durch die Plattennormale y seien gelegt der Hauptschnitt $H_o = yz$ und die zu ihm senkrechte Ebene $H_e = yx$. Die Plattendicke betrage d mm.

Die Differenz der Brechungsindizes in einer unter dem Winkel ϕ gegen die optische Achse geneigten Wellennormale ist für inaktive Kristalle:

$$(1.) \qquad \nu_2 - \nu_1 = (\varepsilon - \omega) \sin^2 \phi .$$

Bezeichnet man die Spur der Wellennormale in der Austrittsfläche der Platte mit Q, so ist der Gangunterschied in dieser Fortpflanzungsrichtung:

$$\Gamma = MQ \cdot (\nu_2 - \nu_1) = MQ \cdot (\varepsilon - \omega) \sin^2 \phi$$

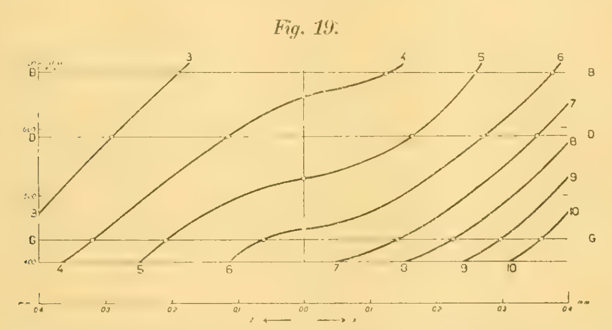
oder mit Rücksicht auf:

$$MQ^2 = x^2 + d^2 + z^2 \text{ und } \sin^2\varphi = \frac{x^2 + d^2}{MQ^2}.$$

$$(2.) \qquad \Gamma = (\varepsilon - \omega) \cdot \frac{x^2 + d^2}{\sqrt{x^2 + d^2 + z^2}}.$$

Die bei der Beleuchtung mit weißem Lichte durch dünne Platten in Diagonalstellung zwischen gekreuzten Polarisatoren hervorgerufenen Interferenzfarben sind dadurch von Interesse, daß sie gestatten, den Hauptschnitt H_0 zu unterscheiden von der zu ihm senkrechten Ebene H_e. Denn von dem Mittelpunkte O aus wird in der Richtung H_0 die Ordnung der Farben sinken, in der Richtung H_e dagegen steigen. Demgemäß wird die Zerlegung dieser Farben durch ein Spektroskop, in dessen Spaltrichtung zuerst H_0 und darauf H_e fällt, dunkle Kurven gleichen Gangunterschiedes $\Gamma = p \cdot \lambda$ erkennen lassen, die kontinuierlich verlaufen, wenn man sich vorstellt, daß die beiden Spektren in eine Ebene ausgebreitet werden: die Kurven des ersten Spektrums setzen sich direkt fort in dem zweiten Spektrum (Fig. 19).

Fig. 19.



Quarz. Platte parallel zur optischen Achse. $d = 0.28$ mm. Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben im Hauptschnitt (links) und in der dazu senkrechten Ebene (rechts). Kurven gleichen Gangunterschiedes.

In einem Polarisationsapparat mit Kondensoren von hoher numerischer Apertur sieht man im einfarbigen Licht, daß die dunklen Hauptkurven gleichen Gangunterschiedes nur im mittleren Teile des Gesichtsfeldes gleichseitige Hyperbeln darstellen. Nach dem Rande hin erscheinen sie in der Richtung des Hauptschnittes gestreckt. Um dieses Verhalten mit Hilfe der Gleichung vierten Grades (2.) an einem Beispiel zu erläutern, wurden für eine Quarzplatte von der Dicke $d = 0.28$ mm die Kurven $\Gamma = p \cdot \lambda$ konstruiert, die im B-, D- und G-Licht für ganzzahlige Werte von p entstehen. Den Fig. 20a—d liegen

zugrunde die in Tab. 7 auf S. 17 angegebenen Größen $(\varepsilon - \omega) : \lambda$, nämlich:

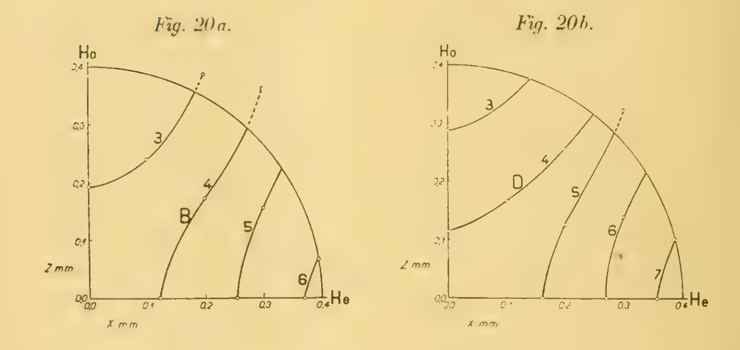
$$B\ 13.1\,,\quad D\ 15.5\,,\quad G\ 22\,.$$

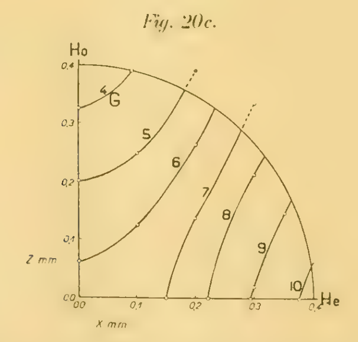
Zur Berechnung der einem gegebenen Wertepaare p, x entsprechenden Koordinate z folgt aus (2.):

$$z = \frac{1}{p}\sqrt{(x^2+d^2)\left\{\left(\frac{\varepsilon-\omega}{\lambda}\right)^2(x^2+d^2)-p^2\right\}}\,.$$

Für $z = 0$ gilt:

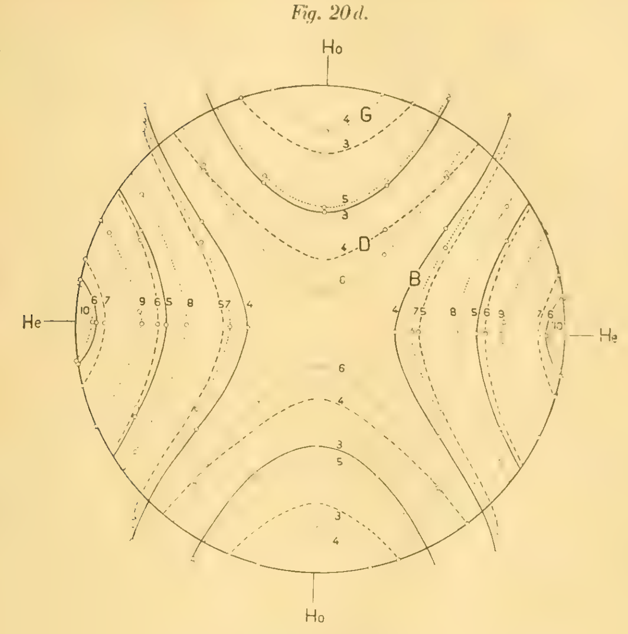
$$x = \sqrt{p^2\left(\frac{\lambda}{\varepsilon-\omega}\right)^2 - d^2}\,.$$





Quarz. Platte parallel zur optischen Achse. $d = 0.28$ mm. Hauptkurven gleichen Gangunterschiedes für rotes Licht B, gelbes Licht D und violettes Licht G.

Fig. 20d.



Quarz. Vereinigung der Fig. 20a, b, c.

IX.

Die vierfachen Airyschen Spiralen, die durch Kombinationen von zwei übereinanderliegenden gleichdicken, senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Platten aus entgegengesetzt drehenden Quarzkristallen im konvergenten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren erzeugt werden, sind, wenn die Beleuchtung durch weißes Licht erfolgt, durch sehr lebhafte Interferenzfarben ausgezeichnet. Besonders auffallend treten im Mittelfelde an den konkaven Seiten der Spiralen rote, an den konvexen Seiten blaue Farben hervor.

Die Dicke jeder einzelnen Platte betrage D mm, so daß die Polarisationsebene P des aus dem Polarisator senkrecht eintretenden Lichtes von der Wellenlänge λ nach dem Austritt aus der Platte gedreht ist um den Winkel $D \cdot \rho_\lambda$. In einer Einfallsebene, die im Sinne des Drehungsvermögens der ersten Platte den Winkel ζ mit P einschließt, liege in der Austrittsfläche der Doppelplatte die Spur Q einer Wellennormale, die mit der optischen Achse den Winkel r einschließt. Dann

ist Q bestimmt durch die Polarkoordinaten ζ und $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$. Die Länge der Wellennormale in dem Präparat ist gegeben durch $D : \cos r$.

Im einfarbigen Lichte enthält das Interferenzbild zwei Scharen von dunklen Kurven[1]:

1. Die Hauptkreise gleichen Gangunterschiedes:

$$\Gamma(r, \lambda) = p \cdot \lambda = \frac{D}{\cos r} \sqrt{(\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda)^2 \sin^4 r + (\omega_\lambda' - \omega_\lambda'')^2},$$

die schon in der Interferenzerscheinung jeder einzelnen Platte auftreten (vgl. S. 778),

2. vier von dem Mittelpunkte O ausgehende Hauptspiralen, deren Punkte die Bedingung erfüllen, daß der Winkel:

$$\zeta(r, \lambda) = \frac{\Phi(r, \lambda)}{4} \pm h \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\Gamma}{\lambda} \pm h \frac{\pi}{2}$$

oder:

$$\zeta(r, \lambda) = \frac{D}{2 \cos r} \sqrt{\pi^2 \left(\frac{\varepsilon_\lambda - \omega_\lambda}{\lambda}\right)^2 \sin^4 r + \pi^2 \left(\frac{\omega_\lambda' - \omega_\lambda''}{\lambda}\right)^2} \pm h \frac{\pi}{2}$$

ist; die zu $h = 0, 1, 2, 3$ gehörigen Spiralen gehen durch eine Drehung um O um 90° ineinander über. Die durch:

$$\zeta = 0, \quad \frac{1}{2}\pi, \quad \pi, \quad \frac{3}{2}\pi$$

bestimmten Schnittpunkte der Spiralen mit den Richtungen der Polarisationsebenen P, A der gekreuzten Polarisatoren liegen gleichzeitig auf den Hauptkreisen. Bezeichnet man mit $\zeta_0(\lambda)$ den halben Drehungswinkel der Polarisationsebene des senkrecht eintretenden Lichtes:

$$\zeta_0(\lambda) = \frac{D \cdot \rho_\lambda}{2},$$

so bilden die im Mittelpunkte $O(r = 0)$ an die Spiralen gelegten Tangenten mit P die Winkel:

$$\zeta_0, \quad \zeta_0 + \frac{1}{2}\pi, \quad \zeta_0 + \pi, \quad \zeta_0 + \frac{3}{2}\pi,$$

d. h. sie sind unter Winkel ζ_0 gegen P und A geneigt. Demnach bilden die Spiralen in der nächsten Umgebung des Mittelpunktes ein rechtwinkliges dunkles Kreuz.

Wächst die Dicke D der einzelnen Platten, so nehmen die Winkelhalbmesser der zu einer bestimmten Ordnungszahl p gehörigen Haupt-

[1] Vgl. z. B. F. Pockels, Lehrbuch der Kristalloptik, 1906, 359.

kreise ab. Gleichzeitig nehmen die Winkel ζ nach 2. zu. Infolge hiervon verkürzen sich die Arme des zentralen dunklen Kreuzes.

Durch das Zusammenwirken aller im Sonnenlichte enthaltenen einfarbigen Lichtarten entstehen Spiralen, deren Farbenfolge in dem Mittelfelde der ersten Ordnung der Interferenzfarben angehört, wenn die zugehörigen Winkel ζ kleiner als 90° bleiben, so daß der Fächer der Tangenten in O vollständig in einem Quadranten (PA) enthalten ist. Dieser Bedingung entsprechend muß die Dicke D kleiner bleiben als die Plattendicke D_o, die der Polarisationsebene des senkrecht eintretenden Lichtes von der Wellenlänge des äußersten Violett im sichtbaren Sonnenspektrum eine Drehung von 180° erteilt. Wie aus Spalte 5 der Tab. 4 auf S. 13 hervorgeht, hat in diesem Falle D_o den Wert 3.516 mm.

Um den Verlauf der Hauptspiralen und ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge für einen bestimmten Wert der Plattendicke genauer zu verfolgen, sind für $D = 3.75$ mm und die den Fraunhoferschen Linien B, D, H entsprechenden Lichtarten die Hauptkreise und die Hauptspiralen konstruiert worden (Fig. 21 a. b). Die Polarkoordinaten ζ, r einer ausgewählten Reihe von Punkten Q wurden gefunden mit Hilfe der früher bei der Berechnung von $\mathfrak{J}_\lambda$ nach (4) auf S. 778 gewonnenen Werte von $\frac{1}{2}\Phi$. Dort hatten sich z. B. für den Winkelhalbmesser $r = 2°30'$ und die Wellenlängen:

$$\lambda = 0.000680 \text{ mm} \quad \text{und} \quad \lambda = 0.000690 \text{ mm}$$

ergeben die Werte:

$$\frac{1}{2}\Phi = 60°\,20' \quad \text{und} \quad \frac{1}{2}\Phi = 58°\,45'.$$

Daraus folgt, daß zur Wellenlänge des roten B-Lichtes

$$\lambda(B) = 0.000687 \text{ mm}$$

gehört:

$$\frac{1}{2}\Phi = 59°, \quad \text{also } \zeta = \frac{1}{4}\Phi = 29\tfrac{1}{2}°.$$

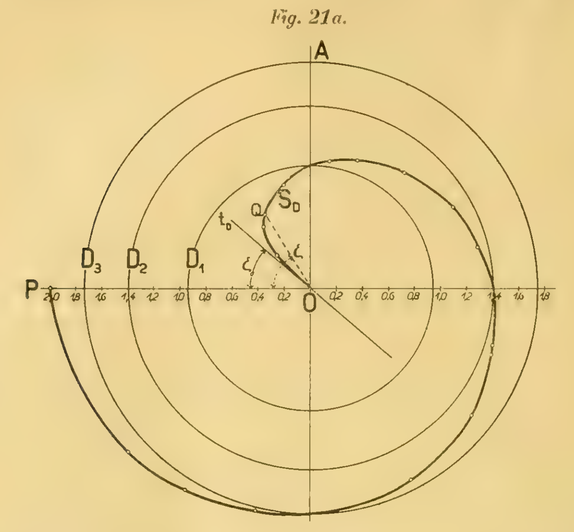
Die Entfernung der Spur Q vom Mittelpunkte O ist gegeben durch $OQ = D \cdot \operatorname{tg} r$. Ferner ist z. B. der Winkelhalbmesser des ersten Hauptkreises B_1 im roten B-Licht zu entnehmen aus den Wertepaaren:

$$\zeta = 82°, \quad OQ = 0.987 \text{ mm} \quad \text{und} \quad \zeta = 92°, \quad OQ = 1.047 \text{ mm};$$

denn es entspricht hiernach dem

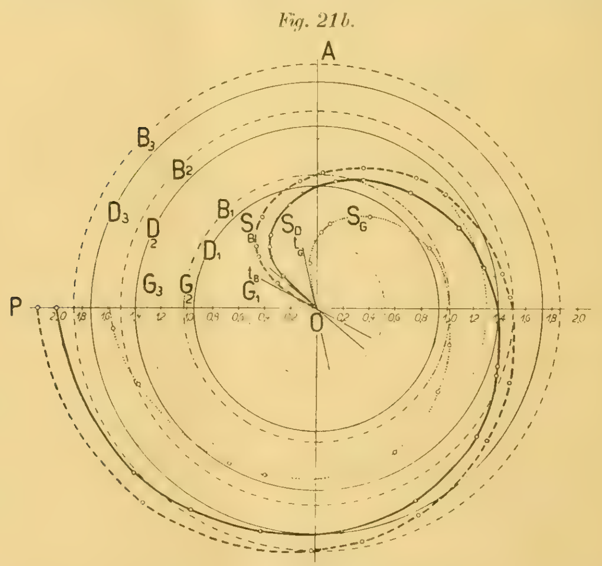
$$\text{Winkel } \zeta = 90° \text{ der Wert } OQ = 1.035 \text{ mm}.$$

Fig. 21a.



Doppelplatte aus Rechtsquarz und Linksquarz, $D = 3.75$ mm, im Natriumlicht. Hauptkreise I. bis III. Ordnung und eine der zugehörigen Airyschen Spiralen.

Fig. 21b.



Quarzdoppelplatte wie in Fig. 21a. Hauptkreise I. bis III. Ordnung und je eine der zugehörigen Spiralen für die Lichtarten D, B, G.

Die in Fig. 21 a, b benutzten Winkelhalbmesser von Hauptkreisen sind:

B_1 1.035, B_2 1.50, B_3 1.87 mm
D_1 0.945, D_2 1.39, D_3 1.74 »
G_1 0.54, G_2 1.03, G_3 1.4 ».

Die Tangenten an den Hauptspiralen in O bilden mit der Polarisationsebene P die Winkel:

$$\zeta_0(B) = 29°5, \quad \zeta_0(D) = 40°5, \quad \zeta_0(G) = 79°6.$$

X.

Die Reihe der Interferenzfarben, die im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren an Präparaten aus Kristallen mit schwachem spezifischen Drehungsvermögen ρ, auftreten, beginnen mit einem charakteristischen blauen Farbton von geringer Sättigung. Zur näheren Untersuchung der Zusammensetzung dieses Farbengemisches wurde das optisch isotrope Natriumchlorat gewählt. Nach den Messungen von Ch. E. GUYE[1] sind in Tab. 22 außer den Werten

Tabelle 22. Natriumchlorat.

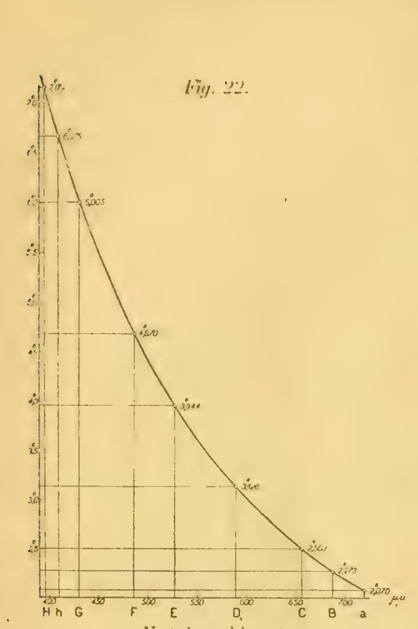
	λ in mm	ρ für 1 mm	$\omega' - \omega'' = \lambda \frac{\rho}{\pi}$	$D_0 = \frac{\lambda}{\omega' - \omega''}$ in mm	ι
a	0.000718	2°070	0.0000067	86.956	6.907
B	687	2.273	87	79.190	6.927
C	656	2.503	91	71.913	6.914
D	589	3.128	102	57.544	6.936
E	527	3.944	115	45.638	6.982
F	486	4.670	126	38.544	7.013
G	431	6.005	144	29.975	7.089
h	410	6.675	152	26.966	7.115
H	397	7.174	158	25.090	7.134

von ρ_λ für die den FRAUNHOFERschen Linien a bis H entsprechenden Lichtarten die Verhältnisse ι der Werte von ρ_λ in Quarz und Natriumchlorat zusammengestellt. Hiernach ändert sich ι von 6.907 bis 7.134. Die aus ρ_λ berechnete Differenz der Brechungsindizes:

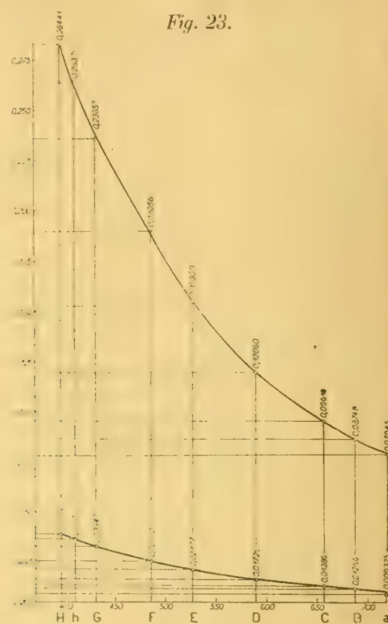
$$\omega'_\lambda - \omega''_\lambda = \lambda \cdot \frac{\rho_\lambda}{\pi}$$

ist außerordentlich klein: sie beträgt 0.0000067 bis 0.0000158. Daher erreicht die zum Drehungswinkel π gehörige Plattendicke:

[1] CH. E. GUYE, Sur la polarisation rotatoire du chlorate de soude. Arch. des sc. de la Bibl. univ. Dissert. Genève 1889.



Natriumchlorat.
Abhängigkeit des spezifischen Drehungsvermögens von der Wellenlänge.



Abhängigkeit des Verhältnisses $(\omega' - \omega'') : \lambda$ von der Wellenlänge im Quarz (oben) und im Natriumchlorat (unten).

Tabelle 23.

Natriumchlorat. Spezifisches Drehungsvermögen.

λ in mm	ρ für 1 mm	λ in mm	ρ für 1 mm
0.000400	7°010	0.000560	3°470
410	6.655	570	3.340
420	6.340	580	3.223
430	6.045	590	3.118
440	5.750	600	3.015
450	5.490	610	2.913
460	5.245	620	2.815
470	5.015	630	2.720
480	4 796	640	2.633
490	4.600	650	2.550
500	4.415	660	2.470
510	4.235	670	2.390
520	4.068	680	2.315
530	3.905	690	2.240
540	3.750	700	2.175
550	3.608		

$$D_o = \frac{\pi}{\rho_\lambda} = \frac{\lambda}{\omega'_\lambda - \omega''_\lambda}$$

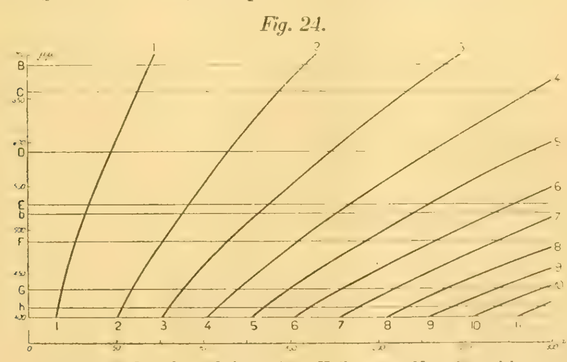
die hohen Werte 86.9 bis 25.1 mm. Aus den Kurven, welche die Abhängigkeit des spezifischen Drehungsvermögens von der Wellenlänge darstellen (Fig. 22), ergaben sich durch Interpolation die Werte für die nach $\Delta\lambda$ um 10 $\mu\mu$ fortschreitenden Wellenlängen in Tab. 23. Ferner wurden zur Kennzeichnung des Natriumchlorats gebildet die Verhältnisse der Differenzen der Brechungsindizes zur Wellenlänge $(\omega'_\lambda - \omega''_\lambda):\lambda$, die zu den für Quarz geltenden Verhältnissen in derselben Beziehung stehen, die vorher für das spezifische Drehungsvermögen angegeben wurde (Tab. 24, Fig. 23).

Tabelle 24.
Das Verhältnis $(\omega' - \omega''):\lambda$ im Quarz und im Natriumchlorat.

	λ in mm	Quarz		Natriumchlorat	
		$\omega' - \omega''$	$\frac{\omega' - \omega''}{\lambda}$	$\omega' - \omega''$	$\frac{\omega' - \omega''}{\lambda}$
a	0.000718	0.000057	0.07945	0.0000067	0.009325
B	687	60	08748	87	1266
C	656	63	09618	91	1386
D	589	71	12060	102	1729
E	527	80	15300	115	2177
F	486	88	19056	126	2592
G	431	102	23657	144	3342
h	410	108	26379	152	3705
H	397	113	28441	158	3981

Ein Keil mit dem Winkel $\beta = 30°$ liefert durch spektrale Zerlegung seiner Interferenzfarben die in Fig. 24 dargestellten, den Dicken $d = p \cdot D_o$ $(p = 1, 2, \ldots)$ entsprechenden dunklen Kurven.

Fig. 24.



Spektrale Zerlegung der Interferenzfarben eines Keiles von Natriumchlorat. Keilwinkel $\beta = 30°$. Abhängigkeit der Dicken $d = p \cdot \lambda : (\omega' - \omega'')$ von der Wellenlänge (vgl. S. 14, Fig. 6).

Zur Berechnung der Abhängigkeit, in der die in den Interferenzfarben enthaltenen Gesamtmengen des Grundrots R, Grundgrüns G und Grundblaus B von der Dicke d stehen, wurden in dem Gebiete der Interferenzfarben erster Ordnung für d gewählt

5.10, ... 50 mm.

Es gilt hier wie auf S. 14:

$$R = \sum_{400}^{700} R_\lambda \cdot \Delta\lambda, \quad R_\lambda = r_\lambda \cdot \sin^2 (d \cdot c_\lambda) \text{ usw.}$$

Darauf wurden die Quotienten $(B-G):(G-R)$ gebildet, aus denen sich nach Tab. 1, S. 5, der zur Dicke d gehörige Farbton $\mathfrak{F}$ ergibt. Die Helligkeit $\mathfrak{H}$ und die Sättigung $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{F}$ sind aus den auf S. 11 angeführten Beziehungen zu entnehmen. Die Ergebnisse liegen in Tab. 25 und Fig. 25 vor.

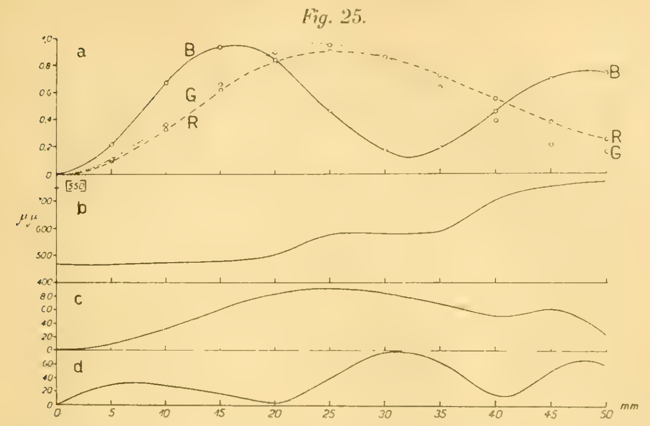
Tabelle 25.

Interferenzfarben erster Ordnung in einem Keil von Natriumchlorat im parallelstrahligen Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren. Keilwinkel $\beta = 30°$.

z in mm	d in mm	$1000\,R$	$1000\,G$	$1000\,B$	$\frac{B-G}{G-R}$	$\mathfrak{F}$ λ in $\mu\mu$	$\mathfrak{H}$ in Proz.	$\mathfrak{S}$ in Proz.	$\mathfrak{F}$
8.66	5	95	98	214	+ 38.7	470	9	30	Dunkelblau
17.32	10	325	351	662	+ 12.0	477	32	27	Blau
25.98	15	612	653	928	+ 6.6	481	60	17	Lichtblau
34.64	20	819	880	835	− 0.72	501	83	3	Bläulichweiß
40.30	25	895	945	461	− 9.7	574	89	40	Hellgelb
51.96	30	850	851	169	−682.0	578	84	78	Intensives Hellgelb
60.62	35	716	630	186	+ 5.3	586	69	64	Hellgelb
69.28	40	542	386	445	− 0.37	[498]	51	16	Rotpurpur
77.94	45	372	205	688	− 3.0	[548]	61	51	Purpur
86.66	50	247	158	727	− 6.3	[569]	23	58	Dunkles Violettpurpur

Die Grundempfindungskurven (a) in Fig. 25 veranschaulichen unmittelbar die Zusammensetzung der charakteristischen blauen Interferenzfarben erster Ordnung, wenn man nach S. 11 eine Zerlegung der Ordinaten R, G, B in der Weise ausgeführt denkt, daß von der Summe $R+G+B$ der dreifache Betrag der kleinsten Grundempfindung abgezogen wird, d. h. wenn man das an einer Stelle d des Keiles auftretende Farbengemisch zerlegt denkt in Weiß und einen farbigen Bestandteil, in welchem nach Fig. 25 der Anteil des Grundblaus B überwiegen wird. Auf den in der Kurve (b) dargestellten blauen Farbton, dessen Sättigungsgrad (d) mit zunehmender Helligkeit (c) wächst

Fig. 25.



Keil von **Natriumchlorat** zwischen gekreuzten Nicols. Keilwinkel $\beta = 30°$. (*a*) Grundempfindungskurven, (*b*) Farbton, (*c*) Helligkeit, (*d*) Sättigung für die Interferenzfarben I. Ordnung

und dann abnimmt, folgen Gelb mit einem zunächst stark ansteigenden, darauf aber wieder fallenden Sättigungsgrad, ein Rotpurpur von mäßiger Sättigung und schließlich stärker gesättigtes Purpur und Violettpurpur.

Wie nach der Beziehung zwischen den Dispersionen der Gangunterschiede $(\omega' - \omega'') : \lambda$ zu erwarten war (Fig. 23), stimmt das Verhalten des Keiles von Natriumchlorat qualitativ im wesentlichen überein mit den Eigenschaften eines Quarzkeiles, der eine zur optischen Achse senkrechte Eintrittsfläche besitzt (vgl. Fig. 25 mit Fig. 7 auf S. 15).

Ausgegeben am 10. Januar 1918.



1917.
LIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Dezember. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Eduard Meyer sprach über das Geschichtswerk des Lukas.

Evangelium und Apostelgeschichte des Lukas sind ein einheitliches Werk in zwei Büchern. Das Proömium des Evangeliums bezieht sich auf das Gesamtwerk, dessen innerliche Verkettung durch die große Interpolation Act. 1, 3—12 zerstört ist: die Begründung der Kirche, des Leibes Christi nach Paulus, durch die Mission gehört nach Lukas ganz wesentlich mit zu den »unter uns erfüllten« Vorgängen. So ist er zum Historiker geworden und verfährt in der Behandlung des Materials ganz methodisch und mit sorgfältigster Überlegung. Den Abschluß bildet der Ausgang des Paulus bei der Neronischen Verfolgung, der als allbekannt vorausgesetzt, aber nicht erzählt wird, weil die persönlichen Schicksale an sich gleichgültig sind und Lukas vielmehr hier wie sonst zeigen will, wie die Verfolgungen durch die göttliche Einwirkung so gelenkt sind, daß sie der weiteren Ausbreitung der Heilslehre dienen. Die Darstellung der letzten Schicksale des Paulus, von cap. 20 an, ist durchaus tragisch aufgebaut. Welche Begebenheiten er selbst miterlebt hat, deutet er dadurch an, daß er, wie vielfach auch andere alte Historiker, in der ersten Person Pluralis erzählt. Lukas hat sich Paulus auf seiner zweiten Reise in Alexandria Troas angeschlossen, ist dann in Philippi geblieben und hat von hier aus den Paulus auf seiner letzten Reise begleitet. Die Nachrichten über Petrus und Barnabas im ersten Teil der Acta verdankt Lukas dem Markus, mit dem er während Paulus' Gefangenschaft in Rom zusammengetroffen ist (Kolosserbrief 4, 10. 14); das beweist zugleich, daß Petrus, dessen Dolmetscher Markus war, damals in Rom gewesen ist. Die Einwirkung des gemeinsamen Martyriums des Paulus und Petrus erklärt die Färbung dieser Erzählungen. Die richtige Zusammenfügung seines Materials ist Lukas nur teilweise gelungen; vor allem knüpft er Paulus' und Barnabas' Reise nach Jerusalem 11, 27 ff. fälschlich an die von Agabos prophezeite Hungersnot unter Claudius im Jahre 49 an und setzt sie zugleich in die Zeit der Verfolgung unter Agrippa Anfang 44. In Wirklichkeit ist diese Reise mit der zum Apostelkonzil identisch und fallt, wie Ed. Schwartz erkannt hat, spätestens ins Jahr 43. Von da aus ist die Chronologie des Paulus und des Evangeliums zu rekonstruieren.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

VERZEICHNIS
DER VOM 1. DEZEMBER 1916 BIS 30. NOVEMBER 1917 EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

Deutsches Reich.

Berlin
(einschl. Vororte und Potsdam).

Kaiserlich Deutsches Archäologisches Institut.
Bericht der Römisch-Germanischen Kommission. 8. 1913–15. Frankfurt am Main 1917.
Römisch-Germanische Kommission. Korrespondenzblatt. Jahr 1, Heft 1–5. Frankfurt am Main 1917.
Materialien zur römisch-germanischen Keramik. Hrsg. von der Römisch-Germanischen Kommission. 2. Frankfurt a. M. 1916.
Antike Denkmaeler. Bd 3. Heft 4. 1916 17.

Kaiserliche Normal-Eichungskommission.
Wissenschaftliche Abhandlungen. Heft 9. 1917.

Reichsamt des Innern.
Berichte über Landwirtschaft. Heft 40. 1916.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Mitteilungen. 3 Sonderabdr.

Zentraldirektion der Monumenta Germaniae historica.
Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd 40, Heft 3. Hannover und Leipzig 1916.

Geologische Zentralstelle für die Deutschen Schutzgebiete.
Beiträge zur geologischen Erforschung der deutschen Schutzgebiete. Heft 10 12. 1915.

Königliches Geodätisches Institut, Potsdam.
Veröffentlichungen. Neue Folge. N. 70 –73. 1916–17.
Zentralbureau der Internationalen Erdmessung. Neue Folge der Veröffentlichungen. N. 31. 1917.

Königliches Meteorologisches Institut.
Veröffentlichungen. N. 289. 291. 292. 1916 17.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin.
Beiträge zur allgemeinen Botanik. Bd 1, Heft 3. 1917.

Königliches Statistisches Landesamt.
Zeitschrift. Jahrg. 56, Abt. 2. 3. 1916.

Königliche Geologische Landesanstalt.
Abhandlungen. Neue Folge. Heft 64. 79. 82 nebst Atlas. 1915–16.

Königliches Ministerium für Handel und Gewerbe.
Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Bd 64, Heft 4 und Statistische Lief. 1 [einzige]. Bd 65, Heft 1–3. 1916. 17.

Königliches Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
Statistische Nachweisungen aus dem Gebiete der landwirtschaftlichen Verwaltung von Preußen. Jahrg. 1915.

Zoologisches Museum.
Mitteilungen. Bd 8, Heft 3. 1917.

Astrophysikalisches Observatorium, Potsdam.
Publikationen. Bd 23, Stück 3. 4. 1916. 17.

Königliches Astronomisches Rechen-Institut, Dahlem.
Berliner Astronomisches Jahrbuch. Jahrg. 144. 1919.
Kleine Planeten. Jahrg. 1917.

Seminar für Orientalische Sprachen an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität.
Mitteilungen. Jahrg. 19. 1916.

Königliche Sternwarte, Babelsberg.
Veröffentlichungen. Bd 2, Heft 2. 1917.

Bund Deutscher Gelehrter und Künstler.
Krieger-Ehrungen. Jahrg. 1917, N. 1. 2.

Deutsche Chemische Gesellschaft.
Berichte. Jahrg. 49, N. 17. 18. Jahrg. 50, N. 1–16. 1916. 17.
Mitglieder-Verzeichnis. Nachtrag 1917.

Deutsche Entomologische Gesellschaft.
Deutsche Entomologische Zeitschrift. Jahrg. 1914, Heft 2–6 und Beiheft. Jahrg. 1915. 1916. Jahrg. 1917, Heft 1. 2.

Deutsche Geologische Gesellschaft.
Zeitschrift. Bd 68: Abhandlungen, Heft 3. 4. Monatsberichte, N. 4–12. Bd 69: Abhandlungen, Heft 1. Monatsberichte, N. 1–4. 1916. 17.

Deutsche Physikalische Gesellschaft.
Die Fortschritte der Physik. Jahrg. 71, 1915, Abt. 3. Jahrg. 72, 1916, Abt. 1. Braunschweig 1916. 17.

Gesellschaft Naturforschender Freunde.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1916.

Deutsche Orient-Gesellschaft.
Wissenschaftliche Veröffentlichungen. 28, Heft 1–3. 31. Leipzig 1915–17.

Deutscher Seefischerei-Verein.
Mitteilungen. Bd 32, N. 11. 12. Bd 33, N. 1–10. 1916. 17.

Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.
Verhandlungen. Jahrg. 58. 1916.

Heer und Heimat. Korrespondenz für die deutschen Armeezeitungen. Hrsg. im Auftrage des Deutschen Studentendienstes. N. 1–20. 1917.

Die Hochschule. Blätter für akademisches Leben und studentische Arbeit. Jahrg. 1, N. 1–8. 1917.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd 44, Heft 1. 2. 1913.

Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd 50, Heft 2–5 nebst Ergbd 2. Bd 51, Heft 1. 2. 1916–17.

Luftfahrt und Wissenschaft. In freier Folge hrsg. von Joseph Sticker. Heft 5–7. 1913.

Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik. Jahrg. 11, Heft 3–12. Jahrg. 12, Heft 1. 1916–17.

Bonn.

Verein von Altertumsfreunden im Rheinlande.
Bonner Jahrbücher. Heft 123. 1916.

Bremen.

Meteorologisches Observatorium.
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Freie Hansestadt Bremen. Jahrg. 27. 1916.

Breslau.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Jahres-Bericht. 93, Bd 1. 2. 1915.

Danzig.

Naturforschende Gesellschaft.
Schriften. Neue Folge. Bd 14, Heft 3. 1917.

Verein für die Herstellung und Ausschmückung der Marienburg.
Geschäftsbericht des Vorstandes. 1911–16.
Nachrichten der Königlichen Schloßbauverwaltung zu Marienburg Westpr. über ihre Tätigkeit in den Baujahren 1912 bis 1916.

Westpreußischer Botanisch-Zoologischer Verein.
Bericht. 37–39. 1915–17.

Dresden.

Königlich Sächsische Landes-Wetterwarte.
Dekaden-Monatsberichte. Jahrg. 18. 1915.
Das Klima des Königreiches Sachsen. Heft 8. 1915.

Erfurt.

Königliche Akademie Gemeinnütziger Wissenschaften.
Jahrbücher. Neue Folge. Heft 42. 43. 1916. 17.

Frankfurt a. M.

Physikalischer Verein.

Jahresbericht. 1916–17.

Freiburg i. Br.

Gesellschaft für Beförderung der Geschichts-, Altertums- und Volkskunde von Freiburg, dem Breisgau und den angrenzenden Landschaften.

Zeitschrift. Bd 32. 1917.

Görlitz.

Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd 92. 1916.

Göttingen.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Abhandlungen. Neue Folge. Philologisch-historische Klasse. Bd 15. N. 1. Bd 16. N. 2–5. Berlin 1916–17.

Nachrichten. Geschäftliche Mitteilungen. 1916. 1917, Heft 1. — Mathematisch-physikalische Klasse. 1916. 1917, Heft 1. — Philologisch-historische Klasse. 1916, Heft 5 und Beiheft. 1917, Heft 1. 2. Berlin 1916–17.

Gauss, Carl Friedrich. Werke. Bd 10, Abt. 1. 1917.

Halle a. S.

Kaiserliche Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher.

Nova Acta. Tom. 102. 1917.

Leopoldina. Heft 52, N. 11. 12. Heft 53, N. 1–10. 1916. 17.

Deutsche Morgenländische Gesellschaft.

Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. Bd 13, N. 4. Leipzig 1917.

Zeitschrift. Bd 70, Heft 3. 4. Bd 71, Heft 1. 2. Leipzig 1916. 17.

Hamburg.

Hamburgische Wissenschaftliche Anstalten.

Jahrbuch. Jahrg. 33. 1915 nebst Beiheft 1–5.

Mathematische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 5, Heft 6. Leipzig 1917.

Zoologisches Museum.

Mitteilungen. Jahrg. 33. 1915.

Deutsche Seewarte.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Beobachtungs-System der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an 10 Stationen II. Ordnung usw. Jahrg. 37. 1914.

Wetterbericht. Jahrg. 40, N. 91–365. Jahrg. 41. Jahrg. 42, N. 1–181. 1915–17.

Heidelberg.

Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

Sitzungsberichte. Jahresheft. 1916. — Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 1916, Abt. A, Abh. 4–13; Abt. B, Abh. 5. 6. Jahrg. 1917, Abt. B, Abh. 1–3. — Philosophisch-historische Klasse. Jahrg. 1916. Jahrg. 1917, Abh. 1.

Historisch-Philosophischer Verein.

Neue Heidelberger Jahrbücher. Bd 20, Heft 1. 1917.

Karlsruhe.

Technische Hochschule.

8 Schriften aus den Jahren 1916 und 1917.

Kiel.

Universität.

80 akademische Schriften aus den Jahren 1913–1916.

Astronomische Nachrichten. Bd 203. 204. 1917.

Königsberg i. Pr.

Universität.

37 akademische Schriften aus den Jahren 1913–1916.

Kolmar i. E.

Naturhistorische Gesellschaft.

Mitteilungen. Neue Folge. Bd 14. 1916–17.

Leipzig.

Deutsche Bücherei.

Bericht über die Verwaltung der Deutschen Bücherei. 4. 1916.

Die Einweihung der Deutschen Bücherei des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler zu Leipzig am 2. September 1916. 1916.

Fürstlich Jablonowskische Gesellschaft.
Jahresbericht. 1917.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd 9. Bd 10, N. 1–7. 9. Bd 11, N. 1–5. Bd 12, N. 4. 1871–80. Bd 33, N. 3. Bd 34, N. 2. Bd 35, N. 1–3. 1916–17. — Philologisch-historische Klasse. Bd 5. 6. Bd 7, N. 1–4. 1870–75. Bd 33, N. 2. 3. 5. Bd 34, N. 1. 2. 1916–17.
Berichte über die Verhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd 32, Heft 1. 1880. Bd 68, Heft 2–4. 1916. — Philologisch-historische Klasse. Bd 68, Heft 4–6. 1916.

Annalen der Physik. Beiblätter. Bd 40, Heft 16–24. Bd 41, Heft 1–13. 1916. 17.

Lindenberg, Kr. Beeskow.

Königliches Aeronautisches Observatorium.
Arbeiten. Bd 11. 1915. Braunschweig 1916.

Lübeck.

Verein für Lübeckische Geschichte und Altertumskunde.
Mitteilungen. Heft 13, N. 1–4. 1917.
Zeitschrift. Bd 19, Heft 1. 1917.

München.

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physikalische Klasse. Bd 11, Abth. 3. 1874. Bd 15, Abth. 1. 1884. Bd 27, Abh. 5. 6. Bd 28, Abh. 4–7. 1916. — Philosophisch-philologische Klasse. Bd 13, Abth. 2. 1874.
Almanach. 1871.
Jahrbuch. 1916.
Monumenta Boica. Bd 60. 1916.
Sitzungsberichte. Mathematisch-physikalische Klasse. Jahrg. 1916, Heft 1. — Philosophisch-philologische und historische Klasse. Jahrg. 1916, Abh. 2–5.

Brentano, Lujo. Die Anfänge des modernen Kapitalismus. Festrede. 1913.
Baeumker, Clemens. Der Platonismus im Mittelalter. Festrede. 1916.

Regensburg.

Historischer Verein von Oberpfalz und Regensburg.
Verhandlungen. Bd 66. 1916.

Straßburg i. E.

Wissenschaftliche Gesellschaft.
Schriften. Heft 27. 30. 1917.

Universität.
43 akademische Schriften aus den Jahren 1914–1917.

Stuttgart.

Württembergische Kommission für Landesgeschichte.
Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Neue Folge. Jahrg. 26, Heft 1. 2. 1917.

Verein für Vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Jahreshefte. Jahrg. 72. 1916.

Thorn.

Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst.
Mitteilungen. Heft 24. 1916.

Trier.

Trierisches Archiv. Heft 26. 27. Ergheft 16. 1916–17.

Wiesbaden.

Nassauischer Verein für Naturkunde.
Jahrbücher. Jahrg. 69. 1916.

Würzburg.

Physikalisch-Medicinische Gesellschaft.
Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1915, N. 6. 7. Jahrg. 1916.
Verhandlungen. Neue Folge. Bd 44, N. 3–6. 1916.

Unternehmungen der Akademie und ihrer Stiftungen.

Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Begründet von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Im Auftrage der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin hrsg. von Franz Eilhard Schulze. Lief. 44. Berlin 1916. 2 Ex.

Burdach, Konrad. Vom Mittelalter zur Reformation. Forschungen zur Geschichte der deutschen Bildung. Im Auftrage der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. Bd 3, Tl. 1. Berlin 1917.

Corpus inscriptionum Latinarum consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae editum. Vols 8 Suppl., Pars 4. Inscriptionum Africae proconsularis Latinarum supplementum alterum. Berolini 1916.

Ibn Saad. Biographien Muhammeds, seiner Gefährten und der späteren Träger des Islams bis zum Jahre 230 der Flucht. Im Auftrage der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. von Eduard Sachau. Bd 1, Th. 2. Leiden 1917.

Kants Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd 7 (Neudruck). Berlin 1917.

Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiarum quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 6, Fasc. 3. Lipsiae 1916.

Savigny-Stiftung.

Vocabularium jurisprudentiae Romanae jussu Instituti Savigniani compositum. Tom. 5, Fasc. 2. Berolini 1917.

Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung.

Beiträge zur Flora von Papuasien. Hrsg. von C. Lauterbach. Serie 5. Leipzig 1916.

Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd 26: Hippolytus. Bd 3. Bd 27: Methodius. Leipzig 1916. 17.

Texte und Untersuchungen zur Geschichte der altchristlichen Literatur. Archiv für die von der Kirchenväter-Commission der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften unternommene Ausgabe der älteren christlichen Schriftsteller. Reihe 3. Bd 12, Heft 2. Leipzig 1917.

Von der Akademie unterstützte Werke.

Freiherr von Schrötter, Friedrich. Geschichte des neueren Münz- und Geldwesens im Kurfürstentum Trier 1550—1794. Berlin 1917. 2 Ex.

Tobler, Adolf. Altfranzösisches Wörterbuch. Hrsg. von Erhard Lommatzsch. Lief. 2 (1 Ex.). 3 (2 Ex.). Berlin 1915. 17.

Branca, Wilhelm. Allgemeines über die Tendaguru-Expedition. Kurzer Bericht über die von Dr. Reck erzielten Ergebnisse im vierten Grabungsjahre 1912. Allgemeines über die Nebenergebnisse der Tendaguru-Expedition. Die Riesengröße sauropoder Dinosaurier vom Tendaguru, ihr Aussterben und die Bedingungen ihrer Entstehung. 1914. Sonderabdr.

——. Berichtigungen zu O. Jaekels Aufsatz über die Frage einer Teilung der Geologie-Paläontologie. 1915. Sonderabdr.

——. Über paläontologische Hypothesen; zwei gleichberechtigte Wege paläontologischer Forschung und die Frage einer Teilung der Geologie-Paläontologie. 1916. Sonderabdr.

——. Das sogen. Sacralgehirn der Dinosaurier. 1916. Sonderabdr.

——. Ein Säugetier?-Unterkiefer aus den Tendaguru-Schichten. 1916. Sonderabdr.

Correns, Karl. Individuen und Individualstoffe. 1916. Sonderabdr.

Einstein, Albert. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Leipzig 1916. (Aus: Annalen der Physik. Bd 49.)

—. Zur Quantentheorie der Strahlung. 1916. Sonderabdr.

—. Strahlungs-Emission und -Absorption nach der Quantentheorie. 1916. Sonderabdr.

Engler, Adolf. Karl Wilhelm von Nägeli. 1917. Sonderabdr.

Littmann, Enno. Zar'a-Jacob. Ein einsamer Denker in Abessinien. Mit einer Einleitung von Benno Erdmann. Berlin 1916.

Erdmann, Benno. Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft. 1916. Sonderabdr.

—. Kants Ethik und der moderne Pflichtbegriff. 1917. Sonderabdr.

Erman, Adolf. Die Hieroglyphen. Durchgesehener Neudruck. Berlin und Leipzig 1917. (Sammlung Göschen.)

Fischer, Emil. Die naturwissenschaftlichen Kaiser-Wilhelm-Institute und der Zusammenhang von Chemie und Biologie. Vortrag. München 1915. (Deutsches Museum. Vorträge und Berichte. Heft 15.)

—. Teilweise Acylierung der mehrwertigen Alkohole und Zucker. 2. Mit Charlotte Rund. 3. Mit Max Bergmann. 1916. Sonderabdr.

—. Bericht über Gerbversuche mit den Extrakten heimischer Gerbhölzer und ihre Streckung durch künstliche Gerbstoffe. 1916.

—. Darstellung der Aceto-bromglucose. 1916. Sonderabdr.

—. Zur Synthese der Phenol-glucoside. Mit Lukas v. Mechel. 1916. Sonderabdr.

Hellmann, Gustav. Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. 1916. Sonderabdr.

—. Die Windgeschwindigkeit auf dem Brockengipfel. Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. 1916. Sonderabdr.

Hertwig, Oskar. Das Werden der Organismen. Jena 1916.

Heusler, Andreas. Sprichwörter in den eddischen Sittengedichten. 1916. Sonderabdr.

—. Deutscher und antiker Vers, der falsche Spondeus und angrenzende Fragen. Strassburg 1917. (Quellen und Forschungen zur Sprach- und Culturgeschichte der germanischen Völker. 123.)

Hintze, Otto. Deutschland und das Weltstaatensystem. 1916. Sonderabdr.

—. Die Hohenzollern und die wirtschaftliche Entwicklung ihres Staates. 1916. Sonderabdr.

—. Der Sinn des Krieges. 1916. Sonderabdr.

—. Der Weltkrieg im Jahre 1916. 1916. Sonderabdr.

Holl, Karl. Luthers Auffassung der Religion. Festrede. Berlin 1917.

—. Die Bedeutung der großen Kriege für das religiöse und kirchliche Leben innerhalb des deutschen Protestantismus. Tübingen 1917.

Lüders, Heinrich. Ali und Āla. 1916. Sonderabdr.

Meinecke, Friedrich. Probleme des Weltkriegs. München und Berlin 1917.

Meyer, Eduard. Der amerikanische Kongreß und der Weltkrieg. Berlin 1917.

Orth, Johannes. Alkohol und Tuberkulose. 1916. Sonderabdr.

—. Alkoholismus und Tuberkulose. 1916. Sonderabdr.

—. Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen. 1916. Sonderabdr.

—. Diskussion über den Vortrag des Herrn Geheimrat v. Hansemann über die Wirkung des Krieges auf Entstehung und Wachstum von bösartigen Geschwülsten. 1916. Sonderabdr.

—. Zwei Fälle chronischer ulceröser Endocarditis. 1916. Sonderabdr.

—. Geschlecht und Tuberkulosesterblichkeit. 1916. Sonderabdr.

Orth, Johannes. Trauma und Tuberkulose. 2. 3. 1916. Sonderabdr.

. Pathologisch-anatomische Diagnostik. 8. Aufl. Berlin 1917.

Penck, Albrecht. Über politische Grenzen. Rede. Berlin 1917.

Planck, Max. Einführung in die allgemeine Mechanik. Leipzig 1916.

. Bemerkung zur quantentheoretischen Deutung der Rubens-Hettnerschen Spektralmessungen. 1916. Sonderabdr.

. Die physikalische Struktur des Phasenraumes. 1916. Sonderabdr.

. Vorlesungen über Thermodynamik. 5. Aufl. Leipzig 1917.

Roethe, Gustav. Bismarck und das Gebot der Stunde. Rede. Berlin 1917.

Rubens, Heinrich. Das Rotationsspektrum des Wasserdampfes. Mit G. Hettner. 1916. Sonderabdr.

Rubner, Max. Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Wurzelgewächse. — Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Blattgemüse. — Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Obstarten. — Über die Verdaulichkeit der Zellmembranen des Spinates. — Über die Verdaulichkeit der Zellmembranen der gelben Rüben. — Die Verdaulichkeit der Haselnußkerne. — Versuche über die Verdaulichkeit der Haselnußschalen. — Die Zusammensetzung der Steinpilze und ihre Verdaulichkeit. 1915. Sonderabdr.

. Nachtrag zu den Untersuchungen über Obst. — Die Verdaulichkeit des durch Säuren aufgeschlossenen Holzmehles von Koniferen. — Die Verdaulichkeit von Weizenbrot. — Die Verdaulichkeit von Spelzmehl beim Hunde. 1916. Sonderabdr.

. Die Verdaulichkeit des Spelzmehles beim Menschen. Mit Arnt Kohlrausch. 1916. Sonderabdr.

. Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Keime einiger Zerealien. — Die Verdaulichkeit von Spinat beim Säugling. — Darstellung verwertbarer Nährstoffe in trockener Form aus Gemüsen. — Weitere Beiträge zur Zusammensetzung der Gemüse. — Die Verdaulichkeit reiner Zellulose beim Hund. 1916. Sonderabdr.

Schäfer, Dietrich. Deutschland und Frankreich. Berlin 1914. (Unterm Eisernen Kreuz 1914. Heft 14.)

. L'Allemagne et la France. Traduit de l'allemand par Eugène Pariselle. Berlin 1914.

. Sein oder Nichtsein? Des Deutschen Reiches Schicksalsstunde. Berlin 1914. (Unterm Eisernen Kreuz 1914/15. Heft 1.)

. Vara eller icke vara. Det Tyska Rikets ödestimma. Stockholm 1914.

. Deutschland und England in See- und Weltgeltung. Leipzig 1915.

. Das deutsche Volk und der Osten. Leipzig und Dresden 1915. (Vorträge der Gehe-Stiftung zu Dresden. Bd 7, Heft 3.)

. Deutsche Kultur und ihre Aufgaben. Berlin 1916. (Schützengraben-Bücher für das deutsche Volk. 20.)

. Von deutscher Art. 1916. Sonderabdr.

. Bismarck. Bd 1. 2. Berlin 1917.

. Die Vereinigten Staaten als Weltmacht. Berlin 1917. (Schriften zur Zeit und Geschichte. Bdch. 3.)

von Schmoller, Gustav. Herkunft und Wesen der deutschen Institutionen. 1915. Sonderabdr.

. Allerlei über Polens Vergangenheit und Gegenwart. 1916. Sonderabdr.

. Fünfhundert Jahre Hohenzollern-Herrschaft. 1916. Sonderabdr.

von Schmoller, Gustav. Obrigkeitsstaat und Volksstaat, ein mißverständlicher Gegensatz. 1916. Sonderabdr.

—. Fürst Bülows Politik. 1916. Sonderabdr.

—. Zur Würdigung von Karl Lamprecht. 1916. Sonderabdr.

—. Die heutige deutsche Judenfrage. 1917. Sonderabdr.

—. Freie oder sozialistische Volkswirtschaft nach dem Kriege? 1917. Sonderabdr.

Stumpf, Karl. Apologie der Gefühlsempfindungen. 1916. Sonderabdr.

—. Binaurale Tonmischung, Mehrheitsschwelle und Mitteltonbildung. 1916. Sonderabdr.

—. Verlust der Gefühlsempfindungen im Tongebiete (musikalische Anhedonie). 1916. Sonderabdr.

von Waldeyer-Hartz, Wilhelm. Die Sorge für die Verwundeten und Kranken im Felde einst und jetzt. Rede. Berlin 1917.

—. Torus temporalis und Zona falciformis. 1917. Sonderabdr.

Warburg, Emil. Über einige Eigenschaften des Bolometers. Mit C. Müller. 1916. Sonderabdr.

—. Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. 1916. Sonderabdr.

Zimmermann, Hermann. Besprechung der Festschrift für Otto Mohr. 1916. Sonderabdr.

Almanach illustré de la Gazette des Ardennes pour 1917. Charleville.

Bahrfeldt, Emil. Die Münzen- und Medaillen-Sammlung in der Marienburg. Bd 6. Danzig 1916.

Barfurth, Dietrich. Die Arbeit der Universität Rostock im Weltkriege. Ansprache. Rostock 1917.

Bumm, Ernst. Königliche Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Bericht über das Amtsjahr 1916/1917. Berlin 1917.

—. Über das Frauenstudium. Rede. Berlin 1917.

Dittenberger, Wilhelm. Sylloge inscriptionum Graecarum tertium edita. Vol. 2. Lipsiae 1917.

Flesch, Karl. Die Ausrottung der Tuberculose. Insel Reichenau 1916.

Hirschberg, Julius. Entwicklungs-Geschichte der augenärztlichen Kunst-Ausdrücke. Berlin 1917. Sonderabdr.

Hiss, Paul. Arische Sprache. Kiel 1917.

125 Jahre des Geschäftshauses Hahnsche Buchhandlung in Hannover. Hannover 1917.

Katalog der Berliner Stadtbibliothek. Bd 15. Berlin 1917.

Krebs, Karl. Krieg und Musik. Rede. Berlin 1917.

Ins vierte Kriegsjahr. Rück- und Ausblicke an der Schwelle des vierten Kriegsjahres. Kattowitz 1917.

Krüger, L. Friedrich Robert Helmert. 1917. Sonderabdr.

Zerstörte Kunstdenkmäler an der Westfront. Das schonungslose Vorgehen der Engländer und Franzosen. 1917.

Lala Lajpat Rai. Betrachtungen über die politische Lage in Indien. Leipzig 1917.

Karl Robert Lessings Bücher- und Handschriftensammlung hrsg. von Gotthold Lessing. Bd 3. Berlin 1916.

Lieber, Hugo. Beiträge zur Geologie des Rimberggebietes bei Marburg. Bamberg 1917.

Mahnworte zur sechsten Kriegsanleihe im dritten Kriegsjahr März bis April 1917. Den Beteiligten zur Erinnerung gewidmet vom Verlag der Kölnischen Volkszeitung.

Mehlis, C. Vom »Brunholdisstuhl« bei Bad Dürkheim. 1917. Sonderabdr.

Meuss, J. F. Zum Hundertjahrtage der Stiftung der preußischen Kriegsflagge 1816. 24. November, 1916. Die Geschichte der preußischen Flagge. Berlin 1916.

Mitteilungen des Geschlechts-Verbandes derer von Salis. Heft 2. Sigmaringen 1916.

Ney, Alfred. Weihnachten bei den Kriegs-Gefangenen im Bereich des 13. (Württembergischen) und 14. (Badischen) Armeekorps. Tübingen 1917.

von Oer, Sebastian. Ährenlese. Erlebtes und Erwogenes. 2. Reihe. Freiburg im Breisgau 1917.

—. Ohne Furcht und Tadel. Ein Wort von einem alten Kameraden an unsere jungen Offiziere. Freiburg im Breisgau 1917.

Graf zu Reventlow, Ernst. Indien. Seine Bedeutung für Großbritannien. Deutschland und die Zukunft der Welt. Berlin 1917.

Werner Siemens. Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl seiner Briefe. Hrsg. von Konrad Matschoß. Bd 1. 2. Berlin 1916.

Werner Siemens. Sondernummer der Naturwissenschaften, Jahrg. 4, Heft 50. 1916.

Sieveking, Johannes. Die Terrakotten der Sammlung Loeb. Bd 2. München 1916.

Thomsen, Peter. Die römischen Meilensteine der Provinzen Syria, Arabia und Palaestina. 1917. Sonderabdr.

Übersichtskarte der deutschen Schiffahrtstraßen mit Anschlußstrecken 1 : 2000000. Bearb. im Kgl. Pr. Ministerium der öffentlichen Arbeiten zu Berlin. Berlin 1917.

Wolter, Maurus. Die geistlichen Übungen der heiligen Gertrud d. Gr. 8. Aufl. Neu bearb. von Hildebrand Bihlmeyer. Saarlouis 1917.

Zuckermann, S. Die Handelsresultanten der kriegführenden Mächtegruppen. Berlin 1917.

Österreich-Ungarn.

Brünn.

Mährische Museumsgesellschaft.

Deutsche Sektion. Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Bd 14–16. 1914–17.

Tschechische Sektion. Časopis Moravského Musea zemského. Ročník 14, Číslo 2. Ročník 15. 1914–16.

Deutscher Verein für die Geschichte Mährens und Schlesiens.

Zeitschrift. Jahrg. 20, Heft 3. 4. Jahrg. 21, Heft 1–3. 1916. 17.

Naturforschender Verein.

Verhandlungen. Bd 55. 1916.

Bericht der Meteorologischen Kommission. 31. 1911.

Graz.

Historischer Verein für Steiermark.

Zeitschrift. Jahrg. 15. 1917.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

Mitteilungen. Bd 52. 53. 1915. 16.

Innsbruck.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg.

Zeitschrift. Folge 3. Bd 59. 1915.

Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein.

Berichte. Jahrg. 36. 1914–17.

Klagenfurt.

Geschichtsverein für Kärnten.

Carinthia I. Jahrg. 106. 1916.

Jahresbericht. 1915.

Naturhistorisches Landesmuseum für Kärnten.

Carinthia II. Jahrg. 106. 107. 1917.

Lemberg.

Universität.

Materyały do historyi Uniwersytetu Lwowskiego. 1. 1917.

Linz.

Museum Francisco-Carolinum.

Jahres-Bericht. 75. 1917.

Prag.

Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.

Jahresbericht. 1916.

Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 1916. — Klasse für Philosophie, Geschichte und Philologie. Jahrg. 1916.

Pračka, Ladislav. Untersuchungen über den Lichtwechsel älterer veränderlicher Sterne. Nach den Beobachtungen von Vojtěch Šafařík. Vol. 2. 1916.

Deutscher Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein für Böhmen »Lotos«.

Lotos. Naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd 64. 1916.

K. k. Sternwarte.

Magnetische und Meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 77. 1916.

Deutsche Universität.

Die feierliche Inauguration des Rektors. 1916.

Wien.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

Almanach. Jahrg. 66. 1916.

Anzeiger. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 53. — Philosophisch-historische Klasse. Jahrg. 53. 1916.

Denkschriften. Philosophisch-historische Klasse. Bd 59. Abh. 4. 1916.

Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Bd 124: Abt. I, Heft 8–10. Bd 125: Abt. I. Heft 1–6. Abt. IIa. Heft 1–8. Abt. IIb. Heft 1–7. — Philosophisch-historische Klasse. Bd 177, Abh. 4. Bd 179, Abh. 4. 5. Bd 180. Abh. 4. Bd 181, Abh. 1. 5. Bd 182, Abh. 1. 5. 6. Bd 184, Abh. 1. 1915–17.

Anthropologische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 46. Heft 6. Bd 47. Heft 1–4. 1916. 17.

K. k. Geographische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd 59, N. 11. 12. Bd 60. N. 1–10. 1916. 17.

K. k. Zoologisch-Botanische Gesellschaft.

Verhandlungen. Bd 66. Heft 6–10. Bd 67. Heft 1–4. 1916. 17.

K. k. Österreichisches Archäologisches Institut.

Jahreshefte. Bd 18. 1915.

Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung.

Verhandlungen. 1912–14.

K. k. Geologische Reichsanstalt.

Jahrbuch. Bd 65. Heft 3. 4. Bd 66. Heft 1. 1915. 16.

Verhandlungen. Jahrg. 1916. N. 5–18.

Österreichischer Touristen-Klub. Sektion für Naturkunde.

Mitteilungen. Jahrg. 28, N. 11. 12. Jahrg. 29. N. 1–10. 1916. 17.

K. k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Jahrbücher. Neue Folge. Bd 49. 50. 1912. 13.

Polen. Wochenschrift für polnische Interessen. N. 100–147. 149–151. 1916–17.

Agram.

Königliches Kroatisch-Slavonisch-Dalmatinisches Landesarchiv.

Vjesnik. Godina 18. 1916.

Budapest.

Statistisches Amt der Haupt- und Residenzstadt Budapest.

Publicationen. N. 51. 1916.

Königlich Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

Természettudományi Könyvkiadó-vállalat. Kötet 46. 1916.

Königlich Ungarische Geologische Reichsanstalt.

Jahresbericht. 1915. Tl 1.

Mitteilungen aus dem Jahrbuche. Bd 23, Heft 2. 4–6. Bd 24, Heft 1. 1915–16.

Königlich Ungarische Ornithologische Zentrale.

Aquila. Jahrg. 23. 1916.

Klausenburg.

Siebenbürgisches National-Museum.

Múzeumi Füzetek. Mitteilungen aus der Mineralogisch-Geologischen Sammlung. Bd 3, N. 2. 1916.

Ó-Gyalla.

Königlich Ungarisches Astrophysikalisches Observatorium.

Publikationen. Bd 1. 1916.

Sarajevo.

Bosnisch-Herzegowinisches Landesmuseum.

Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina. Bd 13. Wien 1916.

Ciuropajlowycz, Thomas. Drei Beweise des sog. letzten Fermatschen Satzes. Lemberg 1917.

Jagić, V. Supplementum psalterii Bononiensis. Incerti auctoris explanatio psalmorum Graeca ad fidem codicum ed. Vindobonae 1917.

Schumann, Richard. Über die Lotabweichung am Hermannskogel, dem Fundamentalpunkte der Österreichischen Triangulation. 1917. Sonderabdr.

Balog, Elemér. Randbemerkungen zur Rechtsschaffung im Kriege. Hannover 1916.

Leibniz. Halálának kétszázadik évfordulója alkalmából. Budapest 1917. (A Magyar filozófiai Társaság könyvtára. 1.)

Quellen zur Geschichte der Stadt Brassó (Kronstadt). Bd 7. Beiheft 1. Brassó (Kronstadt) 1916.

v. Sarbó, Arthur. Granatfernwirkungsfolgen und Kriegshysterie. 1917. Sonderabdr.

Dänemark, Schweden und Norwegen.

Kopenhagen.

Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer.

Bulletin hydrographique. Année 1914–15.

Rapports et procès-verbaux. Vol. 24. 1917.

Observatorium.

Publikationer og mindre Meddelelser. N. 26. 1917.

Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.

Oversigt over Forhandlinger. 1916, N. 3.

Skrifter. Række 7. Historisk og filosofisk Afdeling. Bind 2, N. 5. Række 8. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling. Bind 1, N. 3. Bind 2, N. 2. 3. 1916.

Disko (Grönland).

Danske Arktiske Station.

Arbejder. N. 10. København 1916.

The Danish Ingolf-Expedition. Vol. 3, Part 4. 5. Vol. 4, Part 3. 4. Vol. 5. Part 4–6. Copenhagen 1913–17.

Mindeskrift i Anledning af Hundredaaret for Japetus Steenstrups Fødsel udgivet af en Kreds af Naturforskere ved Hector F. E. Jungersen og Eug. Warming. Halvbind 1. 2. København 1914.

Ryd, V. H. On Computation of meteorological observations. Kjøbenhavn 1917. (Publikationer fra det Danske Meteorologiske Institut. Meddelelser. N. 3.)

Gotenburg.

Eranos. Acta philologica Suecana. Vol. 15. 1915.

Lund.

Universitetet.

Acta. — Årsskrift. Ny Följd. Avdeln. 1, Bd 11. 12. Avdeln. 2, Bd 11. 12. 1915. 16.

41 akademische Schriften aus den Jahren 1913–1917.

Stockholm.

Meteorologiska Centralanstalten.

Meteorologiska Iakttagelser i Sverige. Bd 56, Bihang. Bd 57 nebst Bihang 1. 2. 1914. 15.

Svenska Fornskrift-Sällskapet.

Samlingar. Häftet 150. 151. 1917.

Högskola.

6 akademische Schriften aus den Jahren 1916 und 1917.

Sveriges Geologiska Undersökning.
Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Aa. N. 129. 136. 139. 145. Ser. C. N. 265–279. Ser. Ca. N. 14–16. 1915–17.

Kungliga Svenska Vetenskapsakademien.
Arkiv för Botanik. Bd 14, Häfte 3. 1916.
Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. Bd 6, Häfte 2. 3. 1916.
Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Bd 11, Häfte 1–3. 1916.
Arkiv för Zoologi. Bd 10, Häfte 1–3. 1916.
Årsbok. 1916.
Handlingar. Ny Följd. Bd 55. 1915–16.
Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut. Bd 3, Häfte 3. 1916.
Berzelius, Jac. Bref utgifna genom H. G. Söderbaum. 2, 2. Uppsala 1916.

Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien.
Fornvännen. Årg. 12, Häft 1–3. 1917.
Antikvarisk Tidskrift för Sverige. Delen 22, Häftet 1. 1917.

Acta mathematica. Zeitschrift hrsg. von G. Mittag-Leffler. Bd 41, Heft 1. 2. 1916. 17.

Uppsala.

Universitets Meteorologiska Observatorium.
Bulletin mensuel. Vol. 48. 1916.
Landin, Sven. Observations séismographiques faites à l'Observatoire météorologique d'Upsala de septembre 1912 à avril 1917. 1917.

Universitetet.
Arbeten utgifna med understöd af Vilhelm Ekmans Universitetsfond. 17. 18. 1916. 17.
Bref och skrifvelser af och till Carl von Linné. Afdeln. 1. Del 7. 1917.

Kungliga Humanistiska Vetenskaps-Samfundet.
Skrifter. Bd 17–19. 1915–17.

Hasselberg, B. Zur Erinnerung an Nils Christoffer Dunér. 1917. Sonderabdr.

Nachmanson, Ernst. Erotianstudien. Uppsala, Leipzig 1917.

Bergen.

Bergens Museum.
Aarbok. 1915–16: Naturvidenskabelig Række, Hefte 2. Historisk-antikvarisk Række. Aarsberetning.
Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. 6. Part 3–12. 1913–17.

Christiania.

Videnskapsselskapet.
Forhandlinger. Aar 1915.
Skrifter. 1915: I. Matematisk-naturvidenskabelig Klasse. II. Historisk-filosofisk Klasse.

Drontheim.

Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab.
Skrifter. 1914, Bind 1. 2 und Aarsberetning. 1915, Hefte 1. 2 und Aarsberetning.

Stavanger.

Museum.
Aarshefte. Aarg. 26. 1915.

Schweiz.

Aarau.

Historische Gesellschaft des Kantons Aargau.
Taschenbuch. 1916.

Basel.

Naturforschende Gesellschaft.
Verhandlungen. Bd 27. 1916.

Jahresverzeichnis der schweizerischen Hochschulschriften. 1915–16.

Bern.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.
Schweizerische Geologische Kommission.
Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Lief. 20, Tl 3. Lief. 30, Fasc. 2. Lief. 46, Abt. 1. 2. 1916.
2 geologische Karten und 1 Heft Erläuterungen.

Schweizerische Geotechnische Kommission.
1 Karte nebst Erläuterungen.

Chur.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
Jahresbericht. Neue Folge. Bd 57. 1916-17.

Genf.

Société de Physique et d'Histoire naturelle.
Compte rendu des séances. 32. 33. 1915. 16.
Mémoires. Vol. 38, Fasc. 6. Vol. 39, Fasc. 1. 1916. 17.
Journal de chimie physique. Tome 14, N. 4. Tome 15. N. 1. 2. 1916. 17.

Lausanne.

Société Vaudoise des Sciences naturelles.
Bulletin. Vol. 51, N. 191. 192. 1917.

Luzern.

Historischer Verein der fünf Orte Luzern, Uri, Schwyz, Unterwalden und Zug.
Der Geschichtsfreund. Bd 71. Stans 1916.

Zürich.

Allgemeine Geschichtforschende Gesellschaft der Schweiz.
Jahrbuch für schweizerische Geschichte. Bd 42. 1917.
Antiquarische Gesellschaft.
Mitteilungen. Bd 28, Heft 2. 1917.
Naturforschende Gesellschaft.
Astronomische Mitteilungen. N. 106. 1917.
Neujahrsblatt. Stück 119. 1917.
Vierteljahrsschrift. Jahrg. 61, Heft 3. 4. 1916.

Schweizerisches Landesmuseum.
Anzeiger für schweizerische Altertumskunde. Neue Folge. Bd 18, Heft 4. Bd 19, Heft 1. 2. 1916. 17.
Jahresbericht. 25. 1916.
Schweizerische Meteorologische Zentral-Anstalt.
Annalen. 1915.

Brandstetter, Renward. Die Reduplikation in den indianischen, indonesischen und indogermanischen Sprachen. Luzern 1917.
Gautier, Raoul. Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice. 1912. Mit Henri Duaime. 1913–1915. Mit Ernest Rod. Genève 1913–16. Sonderabdr.
— Rapport sur les concours de réglage de chronomètres de l'année 1916. o. O. u. J.
— Résumé météorologique de l'année 1912; 1913; 1914; 1915 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève 1914–16. Sonderabdr.
Pottier, Jacques. Sur la Dissymétrie de structure de la feuille du Mnium spinosum (Voit.) Schwägr. Berne 1917.
Schnyder, Otto. Grundzüge einer Philosophie der Musik. Frauenfeld 1915.
Stähly, Albert. Gemeindeutsche Sprachpflege, gemeindeutsche Sprachpflicht. Basel 1917.
Tappolet, Ernst. Die alemannischen Lehnwörter in den Mundarten der französischen Schweiz. Tl 1. 2. Basel 1913. 16.

Niederlande und Niederländisch-Indien. Luxemburg.

Amsterdam.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
Jaarboek. 1915.
Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. Sectie 1. Deel 12, N. 1. 2. Sectie 2. Deel 18, N. 6. Deel 19, N. 1. — Afdeeling Letterkunde. Nieuwe Reeks. Deel 16, N. 3–5. 1915–16.
Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling. Deel 24. Gedeelte 1. 2. 1915–16.
Aviae lychnus. Carmen praemio aureo ornatum in certamine poetico Hoeffiano. Accedunt quatuor carmina laudata. 1916.
Vereeniging »Koloniaal Instituut«.
Jaarverslag. 6. 1916.
Mededeelingen. N. 4, Deel 3. 1916.

Groningen.

Astronomisch Laboratorium.
Publications. N. 26. 1916.

Nederlandsche Botanische Vereeniging.

Nederlandsch Kruidkundig Archief. 1915. 1916.

Recueil des travaux botaniques néerlandais. Vol. 13. Vol. 14, Livr. 1. 2. 1916. 17.

Prodromus florae Batavae. Ed. 2. Vol. 1, Pars 4. 1916.

Haag.

Koninklijk Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Deel 73. Afl. 1. 2. 1917.

Haarlem.

Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen.

Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Sér. 3 A. Tome 4, Livr. 1. Sér. 3 B. Tome 3, Livr. 1. La Haye 1916–17.

Leiden.

Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde.

Handelingen en Mededeelingen. 1915–16.

Levensberichten der afgestorven medeleden. 1915–16.

Tijdschrift voor Nederlandsche Taal- en Letterkunde. Deel 34, Afl. 2–4. Deel 35. 1915–16.

Rijks-Universiteit.

6 akademische Schriften aus den Jahren 1914–1916.

Mnemosyne. Bibliotheca philologica Batava. Nova Ser. Vol. 45. 1917.

Museum. Maandblad voor philologie en geschiedenis. Jaarg. 24, N. 3–12. Jaarg. 25, N. 1. 2. 1916–17.

Utrecht.

Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut.

Publikationen. N. 102, Heft 21. N. 106. 4. N. 107, 3, 2. 1915–16.

Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool.

Onderzoekingen. Reeks 5. Deel 17. 1916.

Kops, Jan. Flora Batava. Voortgezet door F. W. van Eeden en L. Vuyck. Afl. 384–387. 's-Gravenhage 1916.

Batavia.

Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium.

Seismological Bulletin. 1916, March–Oct.

Observations. Vol. 36. 1913.

Observations made at secondary stations in Netherlands East-India. Vol. 3. 1913.

Verhandelingen. N. 4. 1916.

Buitenzorg.

Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel.

Ouwens, P. A. De voornaamste giftslangen van Nederlandsch Oost-Indië. Leiden 1916.

Luxemburg.

Institut Grand-Ducal.

Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques. Archives trimestrielles. Nouv. Sér. Tome 5, Fasc. 3. 4. 1917.

Société des Naturalistes Luxembourgeois.

Bulletins mensuels. Nouv. Sér. Année 8–10. 1914–16.

Festschrift zur Feier des 25 jährigen Bestehens. 1890–1915. 1915.

Spanien.

Madrid.

Real Academia de la Historia.

Boletin. Tomo 69, Cuad. 5. Tomo 70. Cuad. 1. 2. 4–6. 1916. 17.

Bulgarien.

Sofia.

Bulgarische Archäologische Gesellschaft.
Bulletin. Tome 3. 5. 1912–15.
Materiali za istorijata na Sofija. Kniga 1–3. 1910–12.

Vereinigte Staaten von Amerika.

Albany, N. Y.

The Astronomical Journal. N. 697. 1916.

Berkeley.

University of California.
Lick Observatory, Mount Hamilton.
Bulletin. N. 283–288. 1916–17.

Cambridge, Mass.

Harvard College.
Astronomical Observatory.
Circulars. N. 198. 1916.

Concord, N. H.

American Journal of Archaeology. Ser. 2. The Journal of the Archaeological Institute of America. Vol. 20, N. 4. 1916.

Easton, Pa.

American Chemical Society.
Journal. Vol. 38, N. 11. 12. Vol. 39, N. 1. 1916. 17.

Ithaca, N. Y.

American Physical Society.
The Physical Review. Ser. 2. Vol. 8, N. 4–6. 1916.

New Haven.

The American Journal of Science. Ser. 4. Vol. 42, N. 251. 252. 1916.

New York.

The American Naturalist. Vol. 50, N. 599. 600. Vol. 51. N. 601. 1916. 17.

Washington.

National Academy of Sciences.
Proceedings. Vol. 2, N. 10–12. Vol. 3, N. 1. 1916. 17.

Bureau of Standards.
Bulletin. Vol. 12, N. 4. Vol. 13, N. 1. 2. 1916.

Carnegie Institution of Washington.
Solar Observatory, Mount Wilson, Cal.
Communications to the National Academy of Sciences. N. 36. 1916.
Contributions. N. 115–123. 1915–16. Sonderabdr.

Smithsonian Institution.
Bureau of American Ethnology.
Bulletin. N. 55. 1916.

United States Naval Observatory.
Annual Report. 1916.

United States Department of Agriculture.
States Relations Service.
Alaska Agricultural Experiment Stations. Report. 1915.
Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin. N. 41. 1916.
Porto Rico Agricultural Experiment Station.
Bulletin. N. 19. 20. 1916.
Report. 1915.

Süd-Amerika.

Lima.

Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.
Boletin. N. 82. 1916.

Durch Ankauf wurden erworben:

Berlin. Journal für die reine und angewandte Mathematik. Bd 147, Heft 2–4. 1917.

Dresden. Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd 58, Heft 5. 6. Bd 59, Heft 1–5. 1917.

Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingische gelehrte Anzeigen. Jahrg. 178, N. 11. 12. Jahrg. 179, N. 1–10. Berlin 1916. 17.

Leipzig. Börsenverein der Deutschen Buchhändler. Deutsches Bücherverzeichnis. Bd 2. 1916. — Halbjahrsverzeichnis der im deutschen Buchhandel erschienenen Bücher, Zeitschriften und Landkarten. 1916, Halbj. 2, Tl 1. 2. 1917, Halbj. 1, Tl 1. 2.

. Literarisches Zentralblatt für Deutschland. Jahrg. 67, N. 48–52. Jahrg. 68, N. 1–46. 1916. 17.

Paris. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Comptes rendus des séances. 1914, Avril-Juillet. 1916, Mai-Déc. 1917, Janv. Févr.

. Académie des Sciences morales et politiques. Séances et travaux. Compte rendu. Nouv. Sér. Tome 81–86. Tome 87. 88, Livr. 1–8. 1914–17.

Andrees Allgemeiner Handatlas. Mit vollständigem alphabetischem Namenverzeichnis. 6. Aufl. Hrsg. von Ernst Ambrosius. Bielefeld und Leipzig 1914.

Bettelheim, Anton. Leben und Wirken des Freiherrn Rochus von Liliencron. Berlin 1917.

Corpus scriptorum ecclesiasticorum Latinorum editum consilio et impensis Academiae Litterarum Caesareae Vindobonensis. Vol. 49. Vindobonae, Lipsiae 1916.

Grimm, Jacob, und Grimm, Wilhelm. Deutsches Wörterbuch. Bd 10, Abth. 3, Lief. 2. Bd 11, Abth. 3, Lief. 5. Bd 13, Lief. 14. Leipzig 1917.

von Harnack, Adolf. Aus der Friedens- und Kriegsarbeit. (Reden und Aufsätze. Neue Folge. Bd 3.) Giessen 1916.

. Aus Wissenschaft und Leben. Bd 1. 2. (Reden und Aufsätze. Neue Folge. Bd 1. 2.) Giessen 1911.

Keil, Heinrich. Grammatici Latini. Vol. 1–7 und Suppl. Lipsiae 1855–80.

Kohlrausch, F., und Holborn, L. Das Leitvermögen der Elektrolyte. 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1916.

Mazzucchetti, Lavinia. A. W. Schlegel und die italienische Literatur. Zürich 1917.

Festschrift Johannes Orth zum 70. Geburtstage am 14. Januar 1917 überreicht von der Zeitschrift für Tuberkulose. Leipzig 1917.

Quelle, Otto. Verzeichnis wissenschaftlicher Einrichtungen, Zeitschriften und Bibliographien der ibero-amerikanischen Kulturwelt. Stuttgart und Berlin 1916. (Veröffentlichungen des Deutsch-Südamerikanischen Instituts, Aachen.)

Schäfer, Dietrich. Aufsätze, Vorträge und Reden. Bd 1. 2. Jena 1913.

NAMENREGISTER.

SACHREGISTER.

Berichtigung.

In der Abhandlung des Hrn. Schuchardt (Graz): Zu den romanischen Benennungen der Milz (Seite 156—170) ist zu lesen:

S. 160 Anm. Z. 4 *nuḫāʿ* statt »*nuḫā*«
18 1883 statt »1888«
38 Camus statt »Carnus«
S. 161 Anm. Z. 17 *f̣fyrnau* statt »*f̣fyrnan*«
4 v. u. *garzo* statt »*gazzo*«
S. 162 Z. 17 v. u. Bell., statt »Bell,«
13 v. u. noch statt »nach«
3 v. u. DC. statt »DG.«
S. 163 Z. 13 v. u. *nuḫāʿ* statt »*nuḫāʿa*«
3 v. u. *nuḫāʿ* statt »*nuḫā̂ʿa*«
S. 165 Z. 25 dem ersteren statt »diesem«.

Ausgegeben am 10. Januar 1918.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

weise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Sollte eine dem zuwiderlaufende Veröffentlichung dem redigierenden Sekretar vor der Ausgabe in den akademischen Schriften zur Kenntnis kommen, so hat er die Mitteilung aus diesen zu entfernen.

Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mitteilung dieselbe anderweitig früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtakademie.

Gedächtnisreden anderweitig zu veröffentlichen, ist den Verfassern unbeschränkt gestattet.

Aus § 21.

Die Sitzungsberichte erscheinen in einzelnen Stücken in der Regel Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.

Aus § 22.

Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mitteilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

Hinter den Titeln der wissenschaftlichen Mitteilungen folgen in dieser Übersicht kurze Inhaltsangaben derselben, welche die Verfasser einreichen, und für welche sie verantwortlich sind. Diese Inhaltsangaben sollen sich in der Regel auf 5—6 Druckzeilen beschränken, keinesfalls 10 Zeilen überschreiten.

Die nicht in den Schriften der Akademie erscheinenden Mitteilungen werden mit vorgesetztem Stern bezeichnet, bei den für die Abhandlungen bestimmten wird »(Abh.)« zugefügt.

Wissenschaftliche Mitteilungen fremder Verfasser werden in dem Bericht über diejenige Sitzung aufgeführt, in welcher deren Aufnahme in die akademischen Schriften endgültig beschlossen wird.

Aus § 27.

Das Manuskript einer in einer akademischen Sitzung am Donnerstag zur Aufnahme in die Sitzungsberichte zugelassenen Mitteilung, welche am nächsten Donnerstag gedruckt erscheinen soll, muß der Regel nach in der Sitzung selber, spätestens bis Freitag 10 Uhr morgens, dem redigierenden Sekretar oder der Reichsdruckerei druckfertig zugestellt werden. Später eingereichte Manuskripte werden, mit dem Präsentationsvermerk des redigierenden Sekretars oder des Archivars versehen, für ein späteres Stück zurückgelegt.

Dasselbe kann von vornherein mit Mitteilungen geschehen, deren Satz aus irgendwelchen Gründen besondere Schwierigkeiten erwarten läßt, oder welche den in den §§ 3 und 4 enthaltenen Bestimmungen nicht entsprechen.

Die Reichsdruckerei versendet spätestens am Montag Abend die Korrekturen an die hier wohnenden oder anwesenden Verfasser, oder an die Mitglieder, welche die Mitteilung vorgelegt haben, mit der Angabe, daß sie dieselben am Dienstag Abend wieder abholen lassen werde; wünscht jedoch die mit der Korrektur betraute Person Revision zu lesen, so muß sie die Korrektur bereits Dienstag früh an die Druckerei zurückliefern. Wird die Korrektur länger als bis Dienstag Abend von der damit betrauten Person behalten, so hat diese es zu verantworten, wenn die Mitteilung in einem späteren Stück erscheint.

Nach auswärts werden Korrekturen nur auf Verlangen versandt; die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mitteilung nach acht Tagen. Fremden Verfassern, deren Korrekturen erst noch dem vorlegenden Mitgliede zur Revision unterbreitet werden müssen, kann das Erscheinen am nächsten Ausgabetage überhaupt nicht zugesichert werden.

Aus § 36.

Die Akademie behält sich das Recht vor, von einer vergriffenen Abhandlung eine zweite Auflage zu veranstalten.

Abhandlungen der Akademie

Abhandlungen. Jahrg. 1915:

Physikalisch-mathematische Klasse . . . . ℳ 21.—
Philosophisch-historische Klasse . . . . » 41.50

Abhandlungen. Jahrg. 1916:

Physikalisch-mathematische Klasse . . . . ℳ 9.50
Philosophisch-historische Klasse . . . . » 37.—

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1914—1917

Physikalisch-mathematische Klasse

L. Will: Kolloidale Substanz als Energiequelle für die mikroskopischen Schußwaffen der Cölenteraten (1914, 1) . . . . ℳ 1.50
Branca: Bericht über die mir zugegangenen Urteile der Fachgenossen, betreffend die in »Ziele vulkanologischer Forschung« von mir gemachten Vorschläge (1914, 2) . . . . . . » 2.50
H. Virchow: Gesichtsmuskeln des Schimpansen (1915, 1) . . . . » 5.—
M. Rothmann und E. Teuber: Aus der Anthropoidenstation auf Teneriffa. I. Ziele und Aufgaben der Station sowie erste Beobachtungen an den auf ihr gehaltenen Schimpansen (1915, 2) » 1.—
W. Köhler: Aus der Anthropoidenstation auf Teneriffa. II. Optische Untersuchungen am Schimpansen und am Haushuhn (1915, 3) . . . . » 3.—
H. Strahl und E. Ballmann: Embryonalhüllen und Plazenta von *Putorius furo* (1915, 4) . . . » 8.—
Branca: Einige Betrachtungen über die ältesten Säuger der Trias- und Liaszeit (1915, 5) . . » 3.—
Engler: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsfloren (1916, 1) . . . . . . » 8.50
W. Köhler: Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. I. (1917, 1) . . . . » 9.50
von Waldeyer-Hartz: Die Intraparietalnähte (1917, 2) . . . . » 5.—

Philosophisch-historische Klasse

E. Krüger und D. Krencker: Vorbericht über die Ergebnisse der Ausgrabung des sogenannten römischen Kaiserpalastes in Trier (1915, 2) . . . . ℳ 6.50
Müller: Zwei Pfahlinschriften aus den Turfanfunden (1915, 3) . . . . » 2.50

Brandl: Zur Geographie der altenglischen Dialekte (1915, 4) . . . ℳ 4.—
Seler: Beobachtungen und Studien in den Ruinen von Palenque (1915, 5) . . . » 11.—
Sachau: Die Chronik von Arbela (1915, 6) . . . » 4.—
Diels: Philodemos Über die Götter.
Erstes Buch (1915, 7) . . . » 4.50
Drittes Buch. I. Griechischer Text (1916, 4) . . . » 3.50
Drittes Buch. II. Erläuterung des Textes (1916, 6) . . . » 4.—
Goldziher: Stellung der alten islamischen Orthodoxie zu den antiken Wissenschaften (1915, 8) . » 2.—
von Harnack: Porphyrius »Gegen die Christen« (1916, 1) . . . » 5.50
Seler: Die Quetzalcouatl-Fassaden yukatekischer Bauten (1916, 2) . . . » 9.50
Graeven-Schuchhardt: Leibnizens Bildnisse (1916, 3) . . . » 10.50
C. Brockelmann: 'Alî's Qiṣṣa'i Jusuf, der älteste Vorläufer der osmanischen Literatur (1916, 5) . » 3.—
E. Wenkebach: Pseudogalenische Kommentare zu den Epidemien des Hippokrates (1917, 1) . . » 3.50
Erdmann: Die Idee von Kants Kritik der reinen Vernunft (1917, 2) . . . » 3.50
Seler: Die Ruinen von Uxmal (1917, 3) . . . » 19.—
Erman: Römische Obelisken (1917, 4) . . . » 2.50
H. Schäfer: Nubische Texte im Dialekte der Kunûzi (1917, 5) . . . » 14.50
W. Bang: Vom Köktürkischen zum Osmanischen. 1. Mitteilung (1917, 6) . . . » 3.—

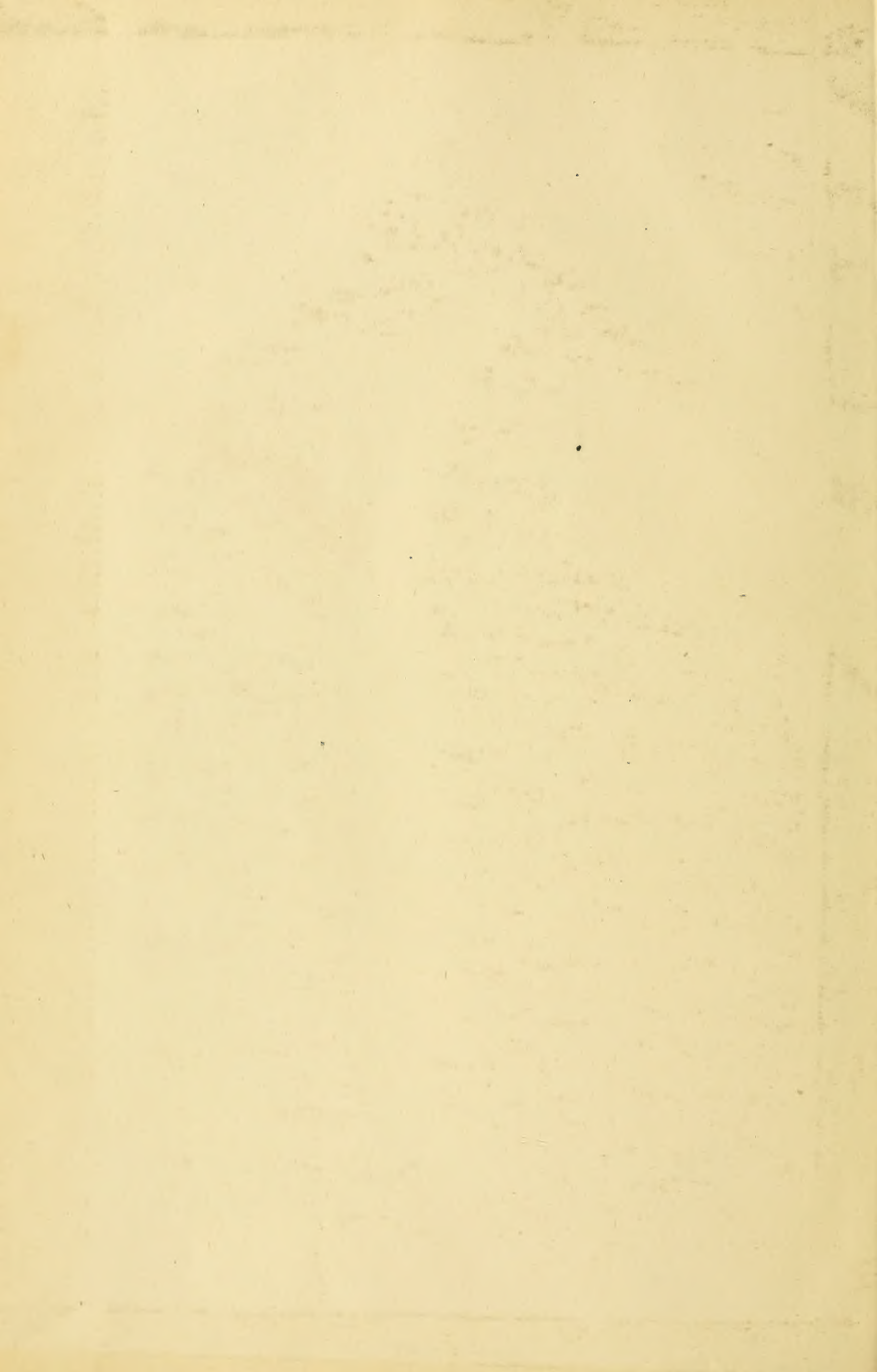
Sitzungsberichte der Akademie

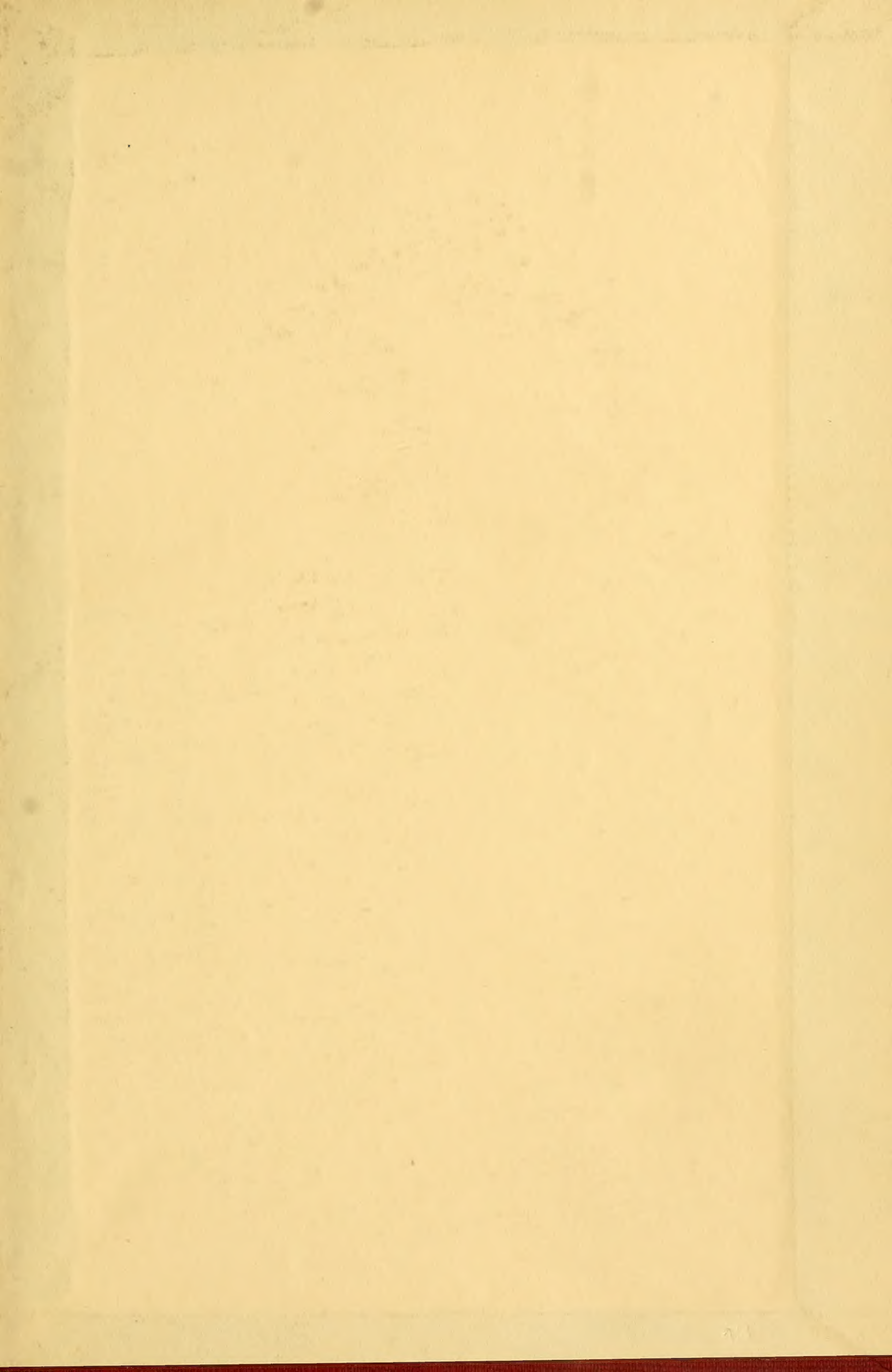
Preis des Jahrgangs . . . ℳ 12.—

Sonderabdrucke. I. Halbjahr 1917

Liebisch und A. Wenzel: Die Interferenzfarben des Quarzes im polarisierten Licht. I . . . ℳ 1.—
Rubens: Das ultrarote Spektrum und seine Bedeutung für die Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie . . . » 1.—
Heusler: Die zwei altnordischen Sittengedichte der Havamal nach ihrer Strophenfolge . . . » 1.—
Einstein: Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie . . . » 0.50
Schuchardt: Zu den romanischen Benennungen der Milz . . . » 0.50
Hellmann: Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre. Zweite Mitteilung . . . » 1.—
Hellmann: Über die angebliche Zunahme der Blitzgefahr . . . » 0.50
Brauer: Über Doppelbildungen des Skorpions (*Euscorpius carpathicus* L.) . . . » 0.50
P. Guthnick und R. Prager: Untersuchung des Lichtwechsels von β Lyrae auf Grund lichtelektrischer Messungen . . . » 1.—
H. Weyl: Über die Starrheit der Eiflächen und konvexen Polyeder . . . » 1.—
B. Meissner: Der Staatsvertrag Ramses' II. von Ägypten und Ḫattušil von Ḫatti in akkadischer Fassung » 0.50
I. Schur: Ein Beitrag zur additiven Zahlentheorie und zur Theorie der Kettenbrüche . . . » 1.—
Planck: Über einen Satz der statistischen Dynamik und seine Erweiterung in der Quantentheorie » 1.—
Lüders: Eine arische Anschauung über den Vertragsbruch . . . » 1.—
Branca: Über die Bedeutung der magmatischen Erdbeben gegenüber den tektonischen . . . » 1.—
Holl: Der Ursprung des Epiphanienfestes . . . » 2.—
Schäfer: Zur Geschichte deutscher allgemeiner Wehrpflicht . . . » 1.—
P. Kempf: Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken . . . » 1.—
H. Degering: Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert . . . » 0.50
Schuchardt: Sprachverwandtschaft . . . » 0.50
H. Urtel: Zum Iberischen in Südfrankreich (hierzu Taf. I) . . . » 1.—
Rubens: Über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertzsche Wellen . . » 0.50
Orth: Zur Nomenklatur der Tuberkulose . . . » 1.—
A. Schmidt: Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfelde . . . » 0.50
K. Meyer: Zur keltischen Wortkunde. VII . . . » 1.—
Erdmann: Orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie . . . » 0.50
Norden: Das Germanenepigramm des Krinagoras . . . » 0.50
Correns: Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses . . . » 2.—
E. Schramm: Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10—12 . . . » 1.—
Hellmann: Über strenge Winter . . . » 1.—
M. Hartmann: Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonadinen (Volvocales). II » 1.—
Liebisch und A. Wenzel: Die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Licht. II . . . » 1.—








SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 9844